

Le fratture-lussazioni della Lisfranc

Francesco Di Bisceglie^a (✉), Marco Mugnaini, Marco Bardelli

U.O. Ortopedia e Traumatologia, Ospedale Santa Maria Annunziata, Bagno a Ripoli, FI, Italia

^adibisceglie1984@gmail.com

ABSTRACT – LISFRANC FRACTURE-DISLOCATIONS

Lisfranc fracture-dislocations are an uncommon injury involving the tarsometatarsal joint and represent a broad spectrum of injuries, which can be purely ligamentous or may involve the osseous and articular structures. Lisfranc injuries are often misdiagnosed and mismanaged; if they are not detected at an early stage and appropriately treated, they can cause long-term disability and will lead to midfoot arthritis. This article outlines the anatomy, epidemiology, classification, investigation and current evidence on treatment of this injury.

Publicato online: 3 maggio 2018

© Società Italiana Ortopedici Traumatologi Ospedalieri d'Italia 2018

Introduzione

Le lesioni della cosiddetta articolazione di Lisfranc sono lacerazioni capsulo-legamentose associate a lussazioni tarso-metatarsali e/o ossee che hanno un'incidenza approssimativa dello 0,2% rispetto a tutti i traumi di competenza ortopedica.

In alcune fratture-lussazioni della caviglia o del terzo medio di gamba ci possono essere concomitanti fratture-lussazioni della Lisfranc, per cui sarebbe preferibile usare il termine “complesso dell'articolazione di Lisfranc”, che include tutte le ossa e articolazioni che possono essere direttamente o indirettamente coinvolte in una frattura-lussazione della tarso-metatarsale [1].

Una compromissione dell'articolazione di Lisfranc provoca dolore, impotenza funzionale, lesioni associate dei tessuti molli e, successivamente, artrosi post-traumatica del mesopiede, deformità e instabilità legamentosa residua e conseguente peggioramento della qualità di vita.

Approssimativamente il 20% delle lesioni della Lisfranc passano misconosciute o non riconosciute dopo le valutazioni iniziali e questo determina un trattamento inadeguato e, quindi, eventuali scarsi outcome funzionali.

Una lussazione pura si può avere a carico del 1° e 5° metatarsali, in tutti gli altri casi è più giusto parlare di fratture-lussazioni della Lisfranc.

Storia

Il nome di tale articolazione fu dato da Jacques Lisfranc de Saint Martin (1787–1847), chirurgo delle forze armate francesi del reparto di fanteria, che descrisse tali lesioni nei cava-

lieri con trami del piede causati dall'intrappolamento nella staffa e, inoltre, puntualizzò un metodo di amputazione del piede attraverso l'articolazione tarso-metatarsale [2, 3].

Fisiopatologia

Le lesioni della Lisfranc sono tradizionalmente associate ai traumi ad alta energia come gli incidenti motociclistici e incidenti industriali; il 58% di queste sono associate a politrauma. Recentemente è stata data molta importanza ai traumi distorsivi del mesopiede con associazione delle lesioni capsulo-legamentose del complesso della Lisfranc. Come risultato, è stato osservato un aumento dell'incidenza delle lesioni a bassa energia in attività che variavano da quelle ricreative a quelle atletiche di élite (football americano).

La stessa variabilità è associata all'estensione della lesione, che può essere puramente legamentosa o associata a fratture dei metatarsi, del cuneiforme, dell'osso navicolare e del cuboide.

L'indicazione generale che si evince dalla letteratura internazionale è che, per avere un buon risultato nel futuro, è imperativo che la riduzione e la stabilizzazione delle lesioni del complesso della Lisfranc sia anatomica [4–16]. Le fratture-lussazioni della Lisfranc colpiscono più frequentemente gli uomini nella terza decade di età. Il 40% delle lussazioni nei politraumi non vengono riconosciute e il 20% restano misconosciute; questo, ovviamente, contribuisce a una sottostima di tali lesioni [3].

La base del secondo metatarsale incastrata tra il cuneiforme mediale e il laterale impedisce la traslocazione dei metatarsali sul piano frontale, mentre la forma trapezoidale delle basi dei metatarsali intermedi previene la dislocazione plantare.

Inoltre, mentre la capsula dell'articolazione tra cuneiforme mediale e primo metatarsale è rinforzata da diversi legamenti, nessun legamento tiene il primo e il secondo metatarsale insieme. Questo crea una relativa debolezza nell'unione tra il primo e gli altri metatarsali, per cui il primo può lussarsi isolatamente. Quindi, la stabilità intrinseca della Lisfranc è assicurata primariamente dall'architettura ossea e i due più importanti fattori sono la posizione a incastro della base del secondo metatarsale e la conformazione trapezoidale dei tre metatarsali centrali.

La seconda base metatarsale, in particolare, è saldamente alloggiata in una stretta e tenace articolarietà con le cinque ossa adiacenti e questo effetto "mortaio" è considerato lo stabilizzatore primario della Lisfranc.

Tutte queste ossa sono riunite da forti legamenti, il più solido dei quali si estende obliquamente dalla base del secondo metatarsale al primo cuneiforme ed è chiamato legamento di Lisfranc. Gli stabilizzatori secondari sono la fascia plantare, i muscoli intrinseci e i tendini dei muscoli estrinseci che rinforzano la porzione plantare delle articolazioni.

I legamenti più forti sono nella porzione plantare, lasciando la superficie dorsale meno resistente alle forze violente in plantar flessione.

Le fratture-lussazioni della Lisfranc posso essere prodotte sia da trauma diretto che indiretto. Nel trauma diretto la forza applicata al dorso del piede produce un grado variabile di spostamento che dipende dall'esatto punto di applicazione della forza stessa, per cui il metatarsale può spostarsi plantarmente (57%) o dorsalmente (43%) e, in ambedue le evenienze, medialmente o lateralmente [5]. Nel trauma indiretto una forza longitudinale è applicata a un piede che è flesso plantarmente nel momento dell'impatto. L'iperflessione plantare dell'avampiede rompe i deboli legamenti tarso-metatarsali dorsali, che sono i più vulnerabili rispetto al sistema di contenzione plantare. Il vettore della forza di reazione del terreno è perfettamente parallelo ai metatarsali e quindi, come il trauma progredisce, le basi dei metatarsali sono forzate dorsalmente nel 97% e plantarmente nel 3% dei casi.

In conseguenza di ciò, avviene che le porzioni plantari delle basi dei metatarsali spostati dorsalmente si fratturino e che la capsula delle articolazioni plantari si rompa sempre.

Le forze applicate su un piede in flessione plantare possono essere angolari (in senso dorso-plantare) o rotatoria (componenti in prono-supinazione) e, poiché sono applicate in un punto distante dall'articolazione, sono chiamate complessivamente "forze indirette".

In molti casi ci sono forze addizionali che spostano i metatarsali rispetto al tarso, producendo una abduzione e lateralizzazione dei metatarsali, con conseguente frattura da compressione del cuboide cosiddetta a "schiaccianoci".

La stessa variabilità è associata all'estensione della lesione, che può essere puramente legamentosa o associata a frattura

dei metatarsi, del cuneiforme, dell'osso navicolare e del cuboide.

Anatomia

L'*articolazione di Lisfranc* comprende il complesso di articolazioni (tutte artrodie) tarso-metatarsali e, più precisamente, le articolazioni tra le basi dei cinque metatarsali distalmente e tra i cuneiformi e cuboide prossimalmente. Le articolazioni intermetatarsali sono quelle che si stabiliscono tra le faccette articolari intermetatarsali della base delle ultime quattro ossa metatarsali.

Allo stesso modo, possiamo individuare più porzioni della capsula articolare:

- una porzione tarso-metatarsale, che origina dai margini delle faccette articolari metatarsali del cuboide e dei tre cuneiformi e si inserisce ai margini delle faccette articolari tarsali della base delle ultime quattro ossa metatarsali
- una porzione intermetatarsale, che si tende tra i margini delle faccette articolari intermetatarsali della base delle cinque ossa metatarsali.

Questa architettura ossea è connessa con i tessuti molli ed è critica per la stabilità del piede. Sebbene trattata come un'unica articolazione, in essa è possibile riconoscere tre porzioni aventi distinta capsula articolare.

L'articolazione di Lisfranc può essere divisa, pertanto, in tre colonne longitudinali:

- la colonna mediale composta dal cuneiforme mediale e il primo metatarsale; talvolta, può essere completata inferiormente dalle due ossa sesamoidee comprese nei tendini del muscolo flessore breve dell'alluce e del muscolo adduttore dell'alluce
- la colonna centrale è composta dal cuneiforme intermedio e laterale e il secondo e terzo metatarsale; medialmente, la base del secondo osso metatarsale non presenta una cartilagine articolare, mentre lo spazio compreso tra questa e il primo osso cuneiforme è colmato dal legamento chiave dell'articolazione di Lisfranc; allo stesso modo, lateralmente, il terzo e quarto osso metatarsale non presentano una reciproca superficie articolare, in modo che lo spazio compreso tra le basi delle due ossa sia colmato dal relativo legamento intermetatarsale
- la colonna laterale è composta dal cuboide e dal quarto e quinto metatarso.

I cinque metatarsali contribuiscono al lungo arco plantare sul piano sagittale, la colonna mediale e centrale del mesopiede che comprendono i tre cuneiformi e i metatarsali mediali, sono meno mobili di quella laterale e servono piuttosto da supporto strutturale [6].

I cuneiformi hanno una forma trapezoidale e provvedono alla stabilità dell'arco romano, il secondo metatarso è spostato prossimalmente e ha la funzione di chiave di volta dell'articolazione di Lisfranc.

Il legamento di Lisfranc stabilizza il secondo metatarsale e mantiene l'arco del mesopiede che misura 1 cm; ha origine dal versante plantare del cuneiforme mediale e si inserisce sul versante plantare della base del secondo metatarsale, ed è il solo legame tra il primo e il secondo metatarsale.

Un allineamento e una stabilità appropriate di questo gruppo di articolazioni è di fondamentale importanza per la normale funzione del piede [7–16].

La stabilità intrinseca delle articolazioni tarso-metatarsali è dovuta all'anatomia ossea della base del secondo osso metatarsale e ai robusti legamenti tra ciascuna articolazione tarso-metatarsale; in generale, i legamenti plantari sono più robusti e quello della Lisfranc è il più grande e il più forte di tutti. I legamenti plantari e dorsali sono orientati in tre direzioni differenti: longitudinale, obliqua e trasversa. Le fibre oblique e longitudinali connettono le ossa tarsali ai metatarsali prossimali.

Le fibre trasverse connettono prossimalmente le basi dei metatarsali.

La colonna laterale, composta dal cuboide e dai due metatarsali laterali, è più mobile di quella mediale per permettere di camminare sul terreno anche accidentato.

Questa flessibilità è necessaria per una corretta funzione del piede; qui l'instabilità post-traumatica è meglio tollerata, ma la rigidità dà origine a problematiche secondarie.

Nella ricostruzione dell'articolazione tarso-metatarsale è fondamentale tenere presenti queste caratteristiche anatomiche: la perfetta riduzione anatomica è essenziale per ottenere eccellenti risultati a lungo termine [8].

Esame obiettivo

In un trauma distorsivo che comprende una lesione della Lisfranc il piede appare gonfio dorsalmente; spesso è associata anche una zona di ecchimosi plantare mediale. Il più delle volte vi è vivo dolore alla palpazione e un test provocatorio può mostrare instabilità. Il paziente in genere riferisce una sintomatologia apparentemente sproporzionata rispetto alla descrizione del trauma, con dolore severo al carico e alla mobilizzazione del mesopiede [9].

La palpazione dovrebbe essere eseguita partendo distalmente e andando prossimalmente su tutte le articolazioni tarso-metatarsali; la presenza di una regione più "soffice" supporta la diagnosi di una lesione del mesopiede e la potenziale instabilità dei segmenti. Muovendo l'avampiede in abduzione e rotazione si riproduce il dolore della lesione articolare e palpando la regione tarso-metatarsale si può avvertire la sublussazione della base del secondo metatarsale. Se il primo e secondo metatarso sono dislocati medialmente e la-

teralmente, l'instabilità globale che si presenta è da trattare chirurgicamente.

Bisogna sempre fare attenzione alla sindrome compartimentale poiché, soprattutto nei traumi ad alta energia, l'arteria dorsalis pedis potrebbe essere compromessa [10].

Classificazione

La classificazione maggiormente utilizzata è quella di Quenu e Kuus [5], modificata nel 1986 da Myerson [11]. Questa classificazione descrive le lesioni tarso-metatarsali e le divide in tre gruppi a loro volta suddivisi in sottogruppi (Fig. 1):

- **Gruppo A:** totale incongruenza dell'articolazione, in cui tutti i metatarsali sono dislocati sullo stesso piano; può essere sagittale, coronale o combinata
- **Gruppo B:** parziale incongruenza; si divide in:
 - **B1**, quando la dislocazione del primo raggio è relativamente isolata (*partial medial incongruity*)
 - **B2**, quando la dislocazione colpisce uno o più dei 4 metatarsali (*partial lateral incongruity*) in qualsiasi piano dello spazio e in diversa combinazione numerica, mentre il primo metatarsale è nella sua sede normale
- **Gruppo C**, o divergente; è suddiviso anch'esso in due sottogruppi:
 - **C1**, indica uno schema divergente: il primo metatarsale è dislocato medialmente e i 4 metatarsali laterali si possono trovare in qualsiasi altro schema dislocativo presente nelle incongruenze parziali
 - **C2** rappresenta uno schema divergente con incongruenza totale: il primo metatarsale è spostato medialmente e gli altri quattro in qualsiasi tipo di spostamento concomitante e con totale incongruenza.

Questa classificazione non dirige verso il tipo di trattamento e i gruppi non indicano i futuri outcome postoperatori.

Nunley e Vertullo [12] proposero un sistema di classificazione delle lesioni a bassa energia negli atleti; le lussazioni della Lisfranc negli sportivi colpiscono le strutture legamentose e possono essere associate a *fleck sign* o fratture da avulsione. Questa classificazione guida al trattamento delle lesioni a bassa energia in base a segni clinici, radiografie comparative sotto carico e scansioni ossee (Fig. 2):

- **Stadio 1:** è una distorsione della Lisfranc senza diastasi che sia possibile misurare tra il primo cuneiforme e la base del secondo metatarsale, o la perdita dell'altezza dell'arco nelle radiografie sotto carico. La scintigrafia ossea può mostrare un'iper captazione. Questa lesione indica una distrazione capsulare dorsale senza elongazione del legamento di Lisfranc. Pertanto, il complesso della Lisfranc è stabile
- **Stadio 2:** la distorsione varia con una diastasi da 1 a 5 mm tra la base del 2° metatarsale e il cuneiforme mediale. I legamenti dorsali e interossei sono lesionati, nonostante che

Fig. 1 - Classificazione secondo Quénu e Küss modificata da Myerson. Le lesioni tarso-metatarsali sono divise in tre gruppi, a loro volta suddivisi in sottogruppi

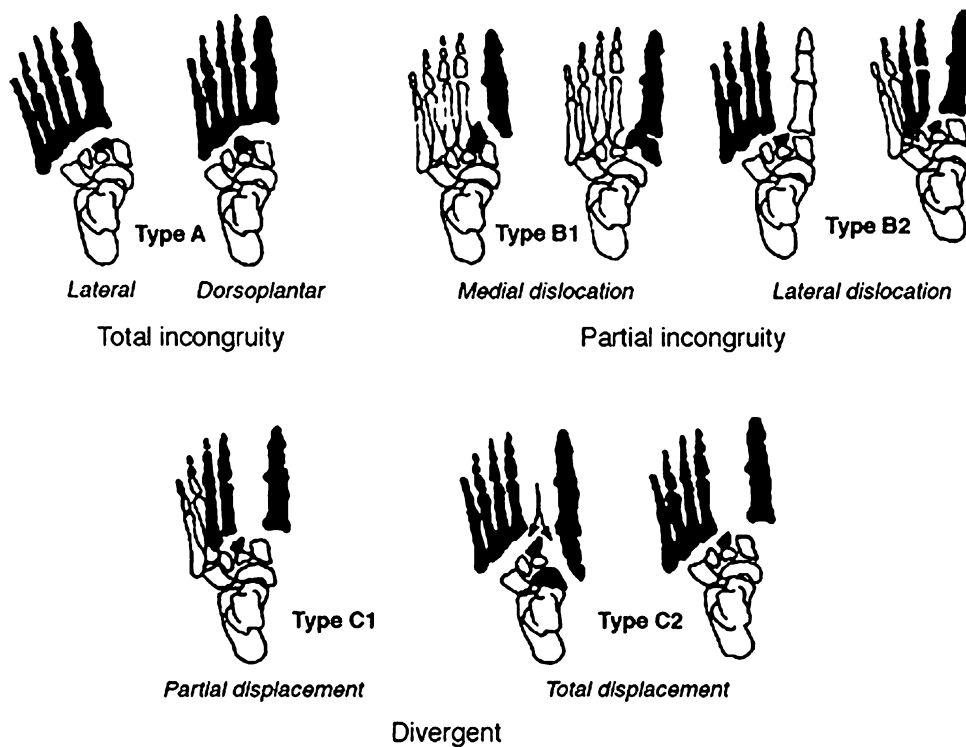
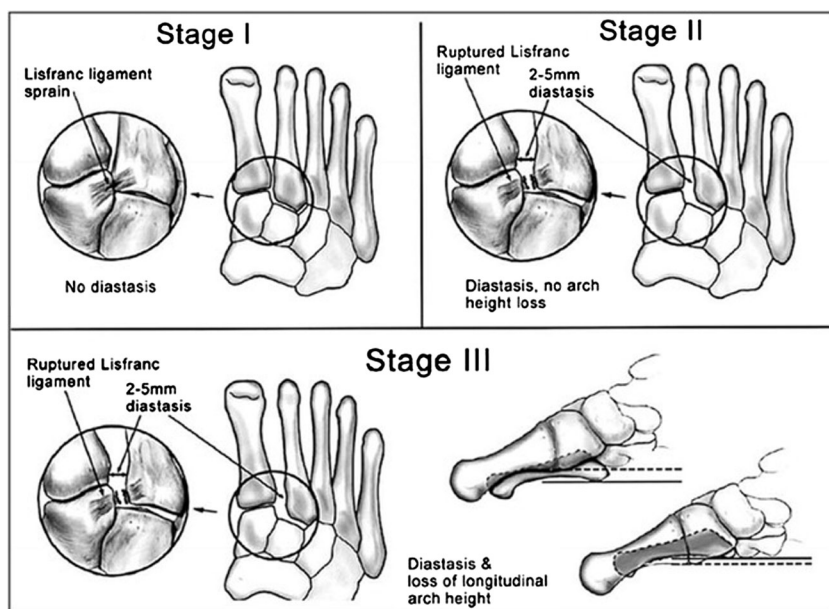


Fig. 2 - Classificazione secondo Nunley e Vertullo per le lesioni a bassa energia



non vi sia perdita dell'altezza dell'arco. Un'elongazione o lesione della Lisfranc può essere presente ma le strutture capsulari plantari rimangono intatte

- *Stadio 3*: la distorsione si presenta con una diastasi superiore ai 5 mm e perdita dell'altezza dell'arco. Questa è rappresentata da una diminuzione o valore negativo della distanza tra la superficie plantare del quinto metatar-

sale e la superficie plantare del cuneiforme mediale nella radiografia sotto carico in proiezione laterale.

Questa lesione è associabile a una lesione di significato severo e, in questo caso, la classificazione di Meyerson potrebbe essere utilizzata per descrivere il tipo di incongruenza articolare.

Fig. 3 - A confronto nella proiezione in AP mesopiede sano e mesopiede con lesione della Lisfranc, ben visibile la diastasi tra 1° e 2° metatarsale con disallineamento degli spazi intermetatarsali e intercuneiformi



Fig. 4 - Cerchiato in rosso il *fleck sign*



Diagnostica

Chiaramente, il primo test diagnostico che deve essere eseguito a seguito di un trauma contusivo e/o distorsivo del mesopiede è la radiografia.

La radiografia deve essere eseguita sia in carico che non in carico, poiché in entrambe le condizioni si possono vedere immagini dirette o indirette di frattura-lussazione della Lisfranc.

Reperi diagnostici

Le radiografie per una sospetta lesione dell'articolazione della Lisfranc devono includere le proiezioni antero-posteriore (AP) e laterale sotto carico e un'obliqua a 30 gradi.

Si consiglia sempre di valutare anche il piede controlaterale, soprattutto per valutare le diastasi tra la base del primo e del secondo metatarsale o il primo e il secondo cuneiforme.

Sui radiogrammi, la dislocazione delle articolazioni tarso-metatarsali è indicata come segue.

I segni radiografici di una lesione della Lisfranc includono la sublussazione dell'articolazione tarso-metatarsale nella proiezione laterale e la diastasi tra la base del secondo metatarsale e del cuneiforme mediale nella proiezione AP. In letteratura viene indicato che circa il 20% di queste lesioni non vengono diagnosticate o sono misconosciute, con conseguente stress anomalo e degenerazione in artrosi precoce [10].

Va tenuta sempre a mente l'anatomia radiologica.

La corticale del secondo metatarsale deve formare una linea continua con la corticale mediale del cuneiforme intermedio in AP e lo spazio dell'articolazione intermetatarsale deve essere allineato con lo spazio delle articolazioni intercuneiformi; questo spazio deve misurare meno di 2 mm trasversalmente (Fig. 3).

Nelle proiezioni oblique, il bordo mediale del terzo metatarsale e del terzo cuneiforme, così come del quarto metatarsale e del cuboide, devono essere allineati. Nella proiezione laterale la superficie dorsale del 1° e del 2° metatarsale dovrebbero essere allo stesso livello del 1° e 2° cuneiforme. Quattro punti aggiuntivi per l'osservazione della lesione includono:

1. la distanza tra il 1° e il 2° metatarso
2. la distanza tra il 1° e il 2° cuneiforme nella proiezione AP



Fig. 5 - (a) Dislocazione mediale di M1 e laterale da M2 a M5. (b) Sublussazione dorsale di M1 rispetto a C1. (c) Frattura con grave comminuzione di M2

3. la distanza tra la superficie plantare del 5° metatarsale e la superficie plantare del cuneiforme mediale
4. frammento avulso definito *fleck sign*, che è un chiaro segno di una lesione legamentosa e di una probabile alterazione dell'articolazione (Fig. 4) [13–15].

La proiezione laterale del piede può mostrare un segno diagnostico definito *step off*, che indica che la superficie dorsale della regione prossimale del secondo metatarsale è più alta rispetto della superficie dorsale del cuneiforme intermedio (Fig. 5).

In seconda fase, è sempre corretto eseguire una tomografia computerizzata che può essere di aiuto nei casi difficili e, in più, può evidenziare lesioni e fratture associate delle articolazioni limitrofe. Un recente studio, il cui protocollo prevedeva di eseguire una TC nei traumi distorsivi, ha dimostrato che il 24% delle fratture della Lisfranc evidenziate con la TC non era stato identificato con la radiografia convenzio-

nale [13]. Inoltre, la tomografia computerizzata è utile per un planning preoperatorio grazie alle ricostruzioni in 3D. Lavori recenti [15, 16] hanno messo in evidenza il ruolo della risonanza magnetica nucleare (RMN) come valido ausilio nei casi di estese lesioni della Lisfranc; la tecnica avrebbe, infatti, una sensibilità prossima al 94% per dimostrare una dislocazione legamentosa e un'esattezza variabile dal 70 al 90% nella valutazione dell'estensione della lesione legamentosa [17].

Trattamento

Le lesioni della Lisfranc possono essere trattate chirurgicamente o non chirurgicamente a seconda della stabilità delle articolazioni e delle condizioni cliniche locali o generali del paziente.

Il trattamento iniziale delle lesioni della Lisfranc è focalizzato sui tessuti molli. Il sollevamento del piede a livello del cuore aiuta a ridurre l'edema evitando, al tempo stesso, la potenziale mancanza di circolazione nell'estremità lesa.

Si consiglia lo stretto monitoraggio pressorio focale per scongiurare la sindrome compartimentale.

Trattamento conservativo

Il trattamento non chirurgico è solamente riservato alle lesioni anatomicamente stabili (Nunley e Vertullo Stadio 1) e non diastate. In questi casi, il paziente viene immediatamente trattato con stivaletto gessato (con l'avampiede addotto) con indicazione al divieto di carico per 4–6 settimane.

Una nuova valutazione clinica e radiografica dovrebbe essere eseguita dopo due settimane per verificare che non sia presente nessuna diastasi che possa convertire il trattamento verso l'intervento chirurgico [18].

Indicativamente dopo sei settimane, se il paziente è completamente asintomatico, può essere considerato il momento di permettere il carico progressivo e un programma di riabilitazione [15].

Nel caso in cui ci sia ancora un indolenzimento ma senza dislocazione radiografica, i pazienti dovrebbero rimanere ancora in tutore o in gesso per almeno altre quattro settimane prima di incominciare la riabilitazione. Alcuni autori suggeriscono di ripetere una proiezione sotto stress a 10–14 giorni dopo il trauma iniziale. Per le lesioni legamentose isolate, l'immobilizzazione è necessaria per una durata di 3–4 mesi per prevenire la dislocazione segmentale. A 6–8 settimane si possono iniziare a eseguire esercizi attivi e passivi. Un carico parziale progressivo può iniziare dopo il 3° mese. I pazienti devono avere ben chiaro che tali lesioni sono importanti e gli atleti professionisti dovranno accettare il fatto che la prognosi sarà lunga prima di un rientro all'attività sportiva. Qualsiasi diastasi o dislocazione richiede un trattamento chirurgico con fissazione. Il paziente non deve caricare dopo

il trattamento chirurgico per almeno 6–8 settimane; a quel punto, dopo la rivalutazione, può essere confezionato un apparecchio gessato deambulatorio. Questo tutore dovrà essere mantenuto per altre 6 settimane e a questo punto, sempre dopo che la clinica sarà chiara, si inizierà con un trattamento funzionale riabilitativo. In genere, il pieno carico deve essere ritardato di tre mesi; trascorso questo periodo, se il paziente non ha dolore può caricare completamente e cominciare la riabilitazione.

Per sostenere l'arco plantare può essere utilizzata un'ortesi con rialzo mediale e sostegno della volta longitudinale [19].

Trattamento chirurgico con riduzione chiusa e fissazione percutanea mininvasiva

Viene utilizzato quando la riduzione è anatomica però si dimostra instabile; in questi casi, si realizza una fissazione percutanea con fili di Kirschner da 16 a 20 mm di diametro. Il trattamento prosegue con una stecca gessata da mantenere per due settimane e poi un gesso chiuso; il paziente dovrà mantenere l'apparecchio gessato tra le 6 e le 8 settimane prima del controllo clinico, dopo il quale potrà essere avviato il programma riabilitativo. L'utilizzo dei fili di K, inoltre, dovrebbe essere utilizzato nelle fissazioni provvisorie o temporanee nei casi di severe comminazioni in cui la riduzione con le viti sia complessa. È il sistema di fissazione preferito per la colonna laterale, permettendo una stabilizzazione anatomica senza compromettere la stabilità delle articolazioni tarso-metatarsali del 4° e 5° raggio [8].

Trattamento chirurgico

Come già ripetuto, il fine più importante della chirurgia delle lesioni di Lisfranc è la riduzione anatomica delle articolazioni tarso-metatarsali.

La riduzione aperta si realizza in tutti i casi che vengono descritti dai criteri di Myerson, nei quali l'angolo talo-metatarsale è superiore a 15 gradi ed è impossibile avere una riduzione serrata.

Tutte le articolazioni della Lisfranc con una scomposizione superiore a 2 mm rispetto alla posizione normale sono da trattare chirurgicamente (Nunley e Vertullo Stadio 2).

È imperativo trattare queste lesioni precocemente e in maniera precisa.

Il trattamento di emergenza include la riduzione incruenta e lo splinting per proteggere i tessuti molli.

La riduzione è spesso difficile per l'interposizione della capsula, i frammenti delle avulsioni, l'affondamento della superficie articolare o il fraporsi del tendine del tibiale anteriore nel primo spazio intermetatarsale [20].

Il trattamento chirurgico e le incisioni sono determinati dalle condizioni dei tessuti molli.

Le lesioni piccole con minima tumefazione e edema devono essere trattate quasi immediatamente; le rare lussazioni

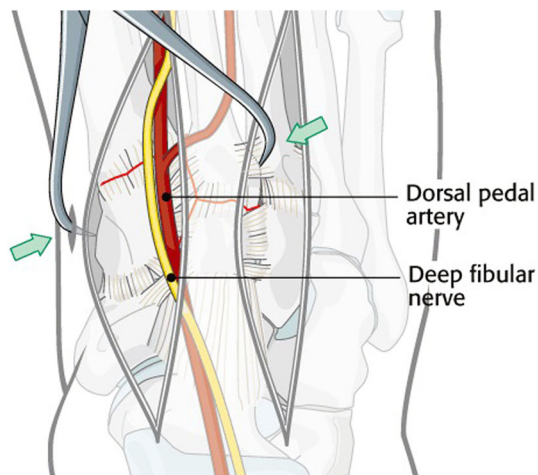


Fig. 6 - Doppia incisione dorsale. Le incisioni sono centrate nello spazio tarso-metatarsale tra il primo e il secondo e tra il terzo e il quarto

acute vanno ridotte entro le 4–6 ore poiché la circolazione dell'avampiede potrebbe essere compromessa.

Le lesioni importanti a carico dei tessuti molli ritardano necessariamente il trattamento operatorio; l'unica eccezione è rappresentata dalla sindrome compartimentale in cui il trattamento definitivo può avvenire contemporaneamente alla decompressione.

Per una corretta pianificazione sono utili buone immagini del piede leso e di quello controlaterale, oltre alle ricostruzioni TC in 3D.

Approccio chirurgico

In letteratura esistono variazioni regionali delle vie d'accesso; comunque, la doppia incisione dorsale è preferita perché permette un'ispezione e una riduzione eccellenti (Fig. 6). Le incisioni sono centrate nello spazio tarso-metatarsale tra il primo e il secondo e tra il terzo e il quarto. Vi è la possibilità di eseguire un'incisione aggiuntiva laterale quando la colonna laterale è coinvolta. La dissezione continua rettilinea scende retta senza andare in profondità; queste due incisioni proteggono il fascio neurovascolare e i tessuti molli. Arrivati al livello del periostio è consentito eseguire una dissezione mediale e laterale; la prima articolazione tarso-metatarsale e la metà mediale della seconda sono raggiunte attraverso l'incisione mediale (5 cm circa). Un'attenzione particolare va data alla branca mediale del nervo peroneo profondo; l'approccio chirurgico deve essere eseguito nell'intervallo tra l'estensore lungo dell'alluce e il tibiale anteriore, con i due tendini che vengono caricati, divaricati e protetti. L'arteria dorsalis pedis e il nervo peroneale profondo devono essere protetti [21]. La quarta e la quinta articolazione tarso-metatarsale si riducono di solito con i metatarsali mediali. Dopo l'incisione e l'esposizione delle superfici articolari, si deve liberare dai detriti, dall'interposizione capsulare e dagli impedimenti alla riduzione.

In alternativa, si può seguire un approccio chirurgico più mediale che può essere esteso per eseguire un'artrodesi che interessi anche l'articolazione navicolo-cuneiforme.

Un accesso più laterale può essere eseguito nel caso in cui venga interessata la colonna laterale, usando l'intervallo tra il nervo surale e il nervo peroneale superficiale, che espone l'articolazione del quarto e quinto metatarso con il cuboide. Desmond e Chou [18] consigliano un'incisione mediale o dorsale sopra il primo metatarso, evitando il primo spazio metatarsale per proteggere la dorsalis pedis e il nervo peroneale profondo. Una seconda incisione viene eseguita tra il secondo e il terzo metatarsale, e una terza può essere aggiunta tra il quarto e il quinto metatarsale.

Mann e altri colleghi [20] notarono che la necrosi cutanea e accessi limitati alle articolazioni tarso-metatarsali erano due dei problemi più comuni secondari agli accessi longitudinali. Pertanto, descrissero una nuova incisione trasversale come soluzione a questi problemi. L'incisione trasversale si pone nella zona del mesopiede che si trova prossimalmente all'arteria arcuata e distale all'arteria laterale tarsale. Così si preserva la dorsalis pedis e si diminuisce l'alterazione dell'apporto sanguigno cutaneo. Tale incisione è consigliabile nelle lesioni totali e massive.

Per il trattamento della colonna laterale, se l'articolazione tra il quarto e il quinto metatarso sono ridotte non è necessario alcun trattamento. Se le articolazioni tarso-metatarsali del 4° e 5° raggio sono instabili, la fissazione percutanea con fili di K dovrebbe essere eseguita; dopo 6 settimane, i fili di K devono essere rimossi.

Tecnica chirurgica

La sintesi deve avvenire da mediale a laterale.

La base del 2° metatarsale è usata come chiave di volta. L'articolazione è ridotta e tenuta in sede usando una Weber da riduzione. La base del secondo metatarsale viene sintetizzata con il cuneiforme mediale in linea con il legamento di Lisfranc. In letteratura vi sono differenti scuole di pensiero su quale sia la direzione migliore, da prossimale a distale o viceversa. Dopo la stabilizzazione, se il primo metatarsale è instabile, verrà sintetizzato con il primo cuneiforme utilizzando una vite parzialmente filettata o totalmente filettata, da distale a prossimale. È importante preparare la corticale dorsale del 1° metatarso e *accecare* la testa della vite per evitare la frattura.

A questo punto si stabilizza il terzo metatarsale al 2° o 3° cuneiforme da distale a prossimale. Nel caso in cui la sintesi delle articolazioni sia già stabile, si può eseguire una fissazione provvisoria con fili di K.

Le viti vengono lasciate in sede per 10–12 settimane, dopo di che tutte le viti vengono rimosse. Tale trattamento porta ultimamente a preoccupazione da parte degli operatori a causa delle dislocazioni tardive per una rimozione precoce delle viti [22].

I metodi di fissazione sono molteplici: si possono utilizzare viti piene con testa a basso profilo oppure viti cannulate parzialmente filettate, placche a stabilità angolare, graffe o possono essere eseguite fissazioni multiple utilizzando placche, viti, fili di Kirschner.

L'ORIF con fissazione articolare mediante viti è stato considerato per lungo tempo il gold standard per il trattamento delle lesioni della Lisfranc [23, 24].

In passato, le viti erano il mezzo di sintesi più utilizzato; sono state descritte fissazioni utilizzando viti da 4,5 e da 3,5 mm, con o senza la tecnica *lag*. Alcuni autori supportano l'utilizzo di viti da 3,5 mm senza la tecnica *lag* per ridurre al minimo la lesione cartilaginea e perché presenta meno rischi di artrosi post-chirurgica. Lo svantaggio dell'ORIF con viti è dovuto al bisogno di rimuovere i mezzi di sintesi, al rischio di rottura delle viti e al potenziale danneggiamento cartilagineo con rischio di osteoartrosi secondaria [25]. Alcuni report recenti hanno descritto l'utilizzo di viti riassorbibili per poter superare queste complicanze [26, 27].

La fissazione con placche minimizza il trauma intraoperatorio delle superfici articolari delle tarso-metatarsali e, teoricamente, aiuta a migliorare l'outcome del paziente, permettendo un recupero più veloce della mobilità postoperatoria. Studi biomeccanici dimostrano che le placche plantari formano costrutti più stabili rispetto a quelle dorsali, che sono comparabili alle viti transarticolari. Inoltre, non va dimenticato il rischio infiammatorio cutaneo delle placche dorsali nel periodo postoperatorio.

Molti studi mettono in comparazione gli outcome postoperatori tra l'ORIF e l'artrodesi [28].

Per quanto riguarda la rimozione dei mezzi di sintesi, non esiste una linea unica in letteratura; alcuni autori [29] indicano 6–8 mesi di attesa dall'intervento prima della rimozione per poi iniziare una fisioterapia interna e un recupero completo del carico. Altri autori non considerano la rimozione per il rischio di una perdita della correzione, aumento della deformità e, pertanto, aumento del rischio di un reintervento [20]. Anche questo motivo sta portando molti chirurghi ad eseguire una artrodesi d'emblée, soprattutto nelle lesioni legamentose pure [21]. In passato l'artrodesi veniva utilizzata solo come procedura di salvataggio dopo il fallimento di ORIF.

In studi a breve termine si è visto che i pazienti trattati con ORIF e artrodesi primaria sono stati capaci di tornare ai livelli di attività preoperatori; inoltre, questa tecnica riduce drasticamente la percentuale di un secondo intervento, al contrario della semplice ORIF [22, 23, 30]. L'artrodesi primaria mostra inoltre risultati molto buoni nelle lesioni combinate osteo-legamentose. Gli effetti a lungo termine della perdita di queste articolazioni non essenziali sono sconosciuti, e questo potrebbe causare artrosi a lungo termine delle articolazioni limitrofe.

Al momento non ci sono dati che dimostrino reazioni artrosiche delle articolazioni limitrofe dopo artrodesi primaria della Lisfranc.

Lesioni misconosciute

Le lesioni instabili che sono misconosciute o trattate inadeguatamente generalmente hanno dei risultati scarsi con dolore persistente, attività limitata e artrosi progressiva post-traumatica nelle articolazioni coinvolte che, quindi, generalmente necessitano di artrodesi di salvataggio [28].

Le lesioni croniche della Lisfranc che sono trattate tardivamente sono associate a outcome peggiori rispetto alle lesioni che vengono diagnosticate in maniera corretta e trattate in tempo.

Conclusioni

Le lesioni della Lisfranc rappresentano uno spettro di lesioni varie che vanno dalla semplice distrazione parziale legamentosa senza dislocazione a lesioni gravissime, con instabilità legamentosa o lesioni osteo-legamentose. Sicuramente l'ORIF rimane il gold standard di trattamento di tali lesioni. L'ORIF con artrodesi primaria sta incrementando la propria popolarità. Si è notato, comunque, che qualsiasi sia il trattamento di scelta, la prerogativa fondamentale per aver un buon outcome è la stabilità e la riduzione anatomica della lesione. Tali tipi di lesione, proprio perché poco frequenti e tecnicamente difficili da trattare, devono essere maneggiate con cura e da mani esperte. L'errore porta a una percentuale di re-intervento molto elevata con prognosi negative e peggioramento della qualità di vita del paziente.

RINGRAZIAMENTI *I miei ringraziamenti vanno al dottor Marco Mugnaini, colui che mi ha fatto nascere l'interesse e quindi permesso di approfondire le conoscenze sulle patologie del piede e della caviglia, e al dottor Federico Usuelli per avermi seguito durante la mia formazione e per la preziosa collaborazione che continua tuttora.*

CONFLITTO DI INTERESSE Gli autori Francesco Di Bisceglie, Marco Mugnaini e Marco Bardelli dichiarano di non aver alcun conflitto di interesse.

CONSENSO INFORMATO E CONFORMITÀ AGLI STANDARD ETICI Tutte le procedure descritte nello studio e che hanno coinvolto esseri umani sono state attuate in conformità alle norme etiche stabilite dalla dichiarazione di Helsinki del 1975 e successive modifiche. Il consenso informato è stato ottenuto da tutti i pazienti inclusi nello studio.

HUMAN AND ANIMAL RIGHTS L'articolo non contiene alcuno studio eseguito su esseri umani e su animali da parte degli autori.

Bibliografia

1. Rockwood PH, Green DP (1984) Fractures in adults, vol 2. JB Lippincott, Philadelphia, pp 1796–1806

2. Cassebaum WH (1963) Lisfranc fracture-dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 30:116–129
3. Fischer L (2005) Jacques Lisfranc de Saint-Martin (1787–1847). *Hist Sci Med* 39:17–34
4. Bardelli M (1993) Classificazione delle fratture-lussazioni della Lisfranc. *Chir Piede* 17:125–132
5. Quénu E, Küss G (1909) Etude sur le luxation du metatarses (luxations metatarsotarsienne) du diastasis entre le 1° et le 2° metatarsien. *Rev Chir* 39:281–336
6. Gallagher SM, Rodriguez NA, Andersen CR et al (2013) Anatomic predisposition to Lisfranc injury: a matched case-control study. *J Bone Jt Surg, Am* 95:2043–2047
7. Kura H, Luo ZP, Kitaoka HB et al (2001) Mechanical behavior of the Lisfranc and dorsal cuneometatarsal ligaments: in vitro biomechanical study. *J Orthop Trauma* 15(2):107–110
8. DeOrto M, Erickson M, Uselli FG, Easley M (2009) Lisfranc injuries in sport. *Foot Ankle Clin* 14(2):169–186
9. Goossens M, DeStoop N (1983) Lisfranc's fracture-dislocations: etiology, radiology, and results of treatment. *Clin Orthop Relat Res* 176:154–162
10. Gotha HE, Lareau CR, Fellars TA (2013) Diagnosis and management of Lisfranc injuries and metatarsal fractures. *R I Med J* 96(5):33–36
11. Myerson MS, Fisher T, Burgess AR et al (1986) Fracture dislocations of tarsometatarsal joints: end results correlated with pathology treatment. *Foot Ankle* 6:225–242
12. Nunley JA, Vertullo CJ (2002) Classification, investigation, and management of midfoot sprains: Lisfranc injuries in the athlete. *Am J Sports Med* 30:871–878
13. Kalia V, Fishman EK, Carrino JA, Fayad LM (2012) Epidemiology, imaging, and treatment of Lisfranc fracture-dislocations revisited. *Skelet Radiol* 41(2):129–136
14. Watson TS, Shurnas PS, Denker J (2010) Treatment of Lisfranc joint injury: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg* 18(12):718–728
15. Siddiqui NA, Galizia MS, Almusa E et al (2014) Evaluation of the tarsometatarsal joint using conventional radiography, CT, and MR imaging. *Musculo skeletal imaging. Radiographics* 34:514–531
16. English TA (1964) Dislocations of the metatarsal bone and adjacent toe. *J Bone Jt Surg Br* 46:700–704
17. Ulbrich EJ, Zubler V, Sutter R et al (2013) Ligaments of the Lisfranc joint in MRI: 3D-SPACE (sampling perfection with application optimized contrasts using different flip-angle evolution) sequence compared to three orthogonal proton-density fat-saturated (PD fs) sequences. *Skelet Radiol* 42(3):399–409
18. Desmond EA, Chou LB (2006) Current concepts review: Lisfranc injuries. *Foot Ankle Int* 27:653–660
19. Ly TV, Coetzee JC (2006) Treatment of primarily ligamentous Lisfranc joint injuries: primary arthrodesis compared with open reduction and internal fixation. A prospective, randomized study. *J Bone Jt Surg, Am* 88:514–520
20. Mann RA, Prieskorn D, Sobel M (1996) Mid-tarsal and TMT arthrodesis for primary degenerative osteoarthritis or osteoarthritis after trauma. *J Bone Jt Surg, Am* 78:1376–1385
21. Kuo RS, Tejwani NC, Digiovanni CW et al (2000) Outcome after open reduction and internal fixation of Lisfranc joint injuries. *J Bone Jt Surg, Am* 82-A:1609–1618
22. Mulier T, Reynders P, Sioen W et al (1997) The treatment of Lisfranc injuries. *Acta Orthop Belg* 63:82
23. Sangeorzan BJ, Hansen ST (2002) Cuneiform-metatarsal (Lisfranc) arthrodesis, 2nd edn. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 237–252
24. Arntz CT, Hansen ST Jr (1987) Dislocations and fracture dislocations of the tarsometatarsal joints. *Orthop Clin N Am* 18(1):105–114
25. Clare MP (2017) Lisfranc injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med* 10(1):81–85
26. Thordarson DB, Hedman TP, Gross D et al (1997) Biomechanical evaluation of polylactide absorbable screws used for syndesmosis injury repair. *Foot Ankle Int* 18:622–627
27. Saxena A (2005) Biabsorbable screws for reduction of Lisfranc's diastasis in athletes. *J Foot Ankle Surg* 44:445–449
28. Englanoff G, Anglin D, Hutson HR (1995) Lisfranc fracture-dislocation: a frequently missed diagnosis in the emergency department. *Ann Emerg Med* 26(2):229–233
29. Hardcastle PH, Reschauer R, Kutscha-Lissberg E et al (1982) Injuries to the TMT joint. Incidence, classification and treatment. *J Bone Jt Surg Br* 64:349–356
30. Thordarson DB, Hurvitz G (2002) PLA screw fixation of Lisfranc injuries. *Foot Ankle Int* 23:1003–1007