



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

Articolazione sotto-astragalica; Elementi di stabilità e instabilità. Ruolo della diagnosi clinica.

Candidato:

Dott.ssa FT Giulia Valentini

Relatore:

Dott. FT OMPT Mattia Bonfatti

INDICE

Abstract	4
1. Introduzione	5
1.1 Anatomia	6
1.2 Biomeccanica	8
1.3 Definizione instabilità	10
1.4 Meccanismo lesivo	11
1.5 Obiettivo	12
2. Materiali e metodi.....	13
3. Risultati.....	14
4. Discussione.....	20
5. Conclusione	28
6. Bibliografia	30

ABSTRACT

Introduzione: l'instabilità sottoastraglica rappresenta un fenomeno molto più frequente di quanto emerga dalle diagnosi. La sua eziologia rappresenta un argomento altamente problematico e dibattuto all'interno della comunità scientifica; tale eziologia, infatti, non emerge con chiarezza, probabilmente a causa della frequente associazione con le distorsioni laterale della tibiotarsica. Scopo di questo lavoro è approfondire gli elementi anatomici di stabilità dell'articolazione subtalare e verificare in letteratura la validità e la riproducibilità dei test di valutazione utilizzati nella pratica clinica.

Materiali e metodi: è stata effettuata una ricerca bibliografica utilizzando il motore di ricerca PubMed, utilizzando il database SBA dell'università degli Studi di Genova per recuperare i full text degli articoli.

Risultati: la revisione della letteratura ha evidenziato l'impossibilità di definire un legamento principale nella stabilità dell'articolazione sottoastraglica e l'assenza di un test clinico di valutazione standardizzato.

Conclusione e Discussione: l'instabilità sottoastraglica rappresenta un argomento di notevole interesse la cui diagnosi clinica è molto difficile. La sua cinematica risulta complessa e tutti i legamenti possiedono un ruolo fondamentale nella stabilità. I test presenti in letteratura sono l'applicazione di uno stress in varo con la caviglia in dorsiflessione e supinazione, proposto da Zwipp et al. e Thermann et al., e lo scivolamento mediale sottoastraglico, proposto da Hertel et al. Questi test sono comunemente utilizzati in clinica ma risultano soggettivi e validati solo tramite evidenze empiriche.

Key Words: *subtalar instability, hindfoot instability, ankle sprain, ankle instability.*

1. INTRODUZIONE

L'incidenza e l'eziologia dell'instabilità dell'articolazione sottoastraglica (STJ – subtalar joint) sono complessi da definire, poiché molto spesso questo quadro clinico non viene correttamente diagnosticato e i pazienti vengono trattati conservativamente per distorsione in inversione di caviglia (LAS)¹. Solo recentemente infatti si è cominciato a separare l'instabilità sottoastraglica dalla LAS² poiché dopo il trattamento nei pazienti permangono comunque gli stessi sintomi; è stato infatti evidenziato che il 20% di tutte le distorsioni di caviglia³ residuano di instabilità funzionale e di queste il 10-25% presenta in associazione anche l'instabilità subtalare⁴.

1.1. Anatomia

L'articolazione sottoastraglica costituisce l'unità funzionale del retropiede.

Oltre a essere fondamentale nella mobilità della caviglia, la STJ è parte integrante nel meccanismo di trasferimento di forze tra il piede e il terreno, dove interagisce maggiormente con l'articolazione tibio-tarsica e l'articolazione di Chopart⁵.

Inoltre, ha una funzione essenziale nelle attività quali il cammino su discese scoscese e il mantenimento dell'equilibrio su terreni irregolari poiché, in catena cinetica chiusa, può assumere posizioni indipendenti rispetto all'orientamento della caviglia e della gamba⁶.

La STJ è composta da tre articolazioni tra l'astragalo e il calcagno: sulla superficie inferiore dell'astragalo sono presenti 3 faccette (anteriore, media e posteriore) che corrispondono alle 3 faccette del calcagno (quella posteriore e centrale localizzata sul corpo, mentre quella anteriore è situata sulla parte inferiore della testa). Esiste inoltre una quarta articolazione sottoastraglica tra l'astragalo e l'osso navicolare che molto spesso non viene presa in considerazione, ma che in realtà possiede un ruolo importante nel movimento della STJ⁷ (Fig. 1).

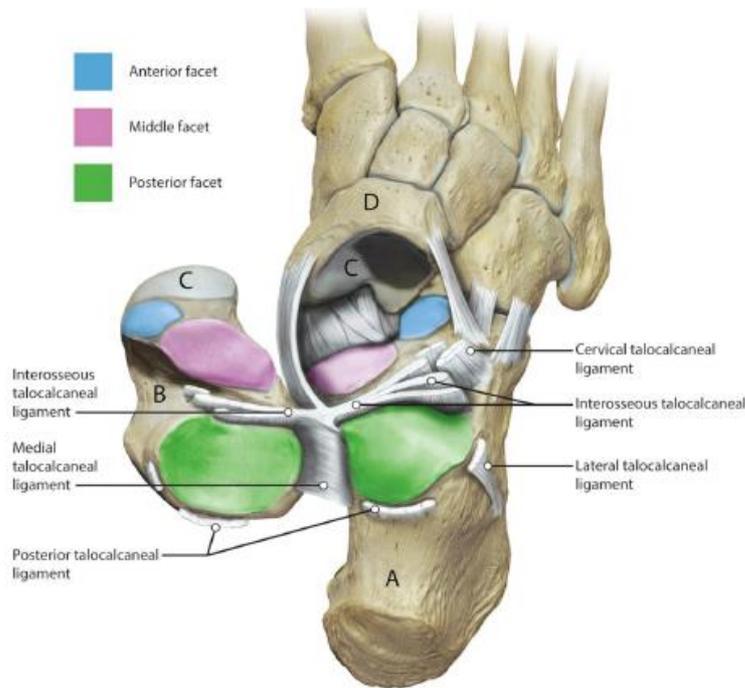


Fig. 1: un'illustrazione dell'articolazione sottoastragalica. I legamenti sono stati sezionati e l'astragalo è stato rovesciato (B) per permettere la visuale del calcagno (B). Sono state evidenziate le faccette articolari: la faccetta posteriore in verde, quella centrale in rosa e quella anteriore in blu. La testa dell'astragalo si articola con lo scafoide (D) anteriormente nell'articolazione talonavicolare (C)

Per semplificare, la STJ si può suddividere in due compartimenti: il compartimento posteriore, composto dall'articolazione posteriore concavo/convessa che occupa il 70% della superficie articolare totale, considerata inoltre come la vera articolazione sottoastragalica, e il compartimento anteriore composto dalle restanti articolazioni racchiuse in un'unica capsula^{6,7}.

Anche se anatomicamente esiste questa ripartizione, funzionalmente e clinicamente non vi è distinzione, in quanto è presente un unico asse di movimento⁵.

Le articolazioni posteriore e media/anteriore sono separate da uno spazio chiamato canale tarsale che lateralmente diventa seno del tarso.

Fondamentale è il complesso legamentoso che contribuisce alla stabilità della STJ. Numerosi studi presentano nomenclature diverse, ma quella più appropriata sembra essere la classificazione topografica (Fig. 2).

Partendo da mediale a laterale si possono identificare:

- il fascio tibio calcaneare del legamento deltoideo
- il legamento talocalcaneare interosseo (ITCL) composto da due fasci appiattiti, anteriore e posteriore, che originano dal solco calcaneare e decorrono superiormente e medialmente fino al solco talare e alle regioni adiacenti;

- la radice mediale del retinacolo inferiore degli estensori (IER);
- il legamento talocalcaneare anteriore (STCL) che rinforza la capsula articolare;
- il legamento cervicale o talocalcaneare obliquo (OTCL) ha un orientamento trasversale simile all'ITCL e si inserisce nella porzione più laterale del solco calcaneare e, superiormente, nella superficie infero-laterale del collo dell'astragalo;
- Sull'aspetto laterale l'unico presente è il legamento peroneo-calcaneare (CFL)^{6,8}.

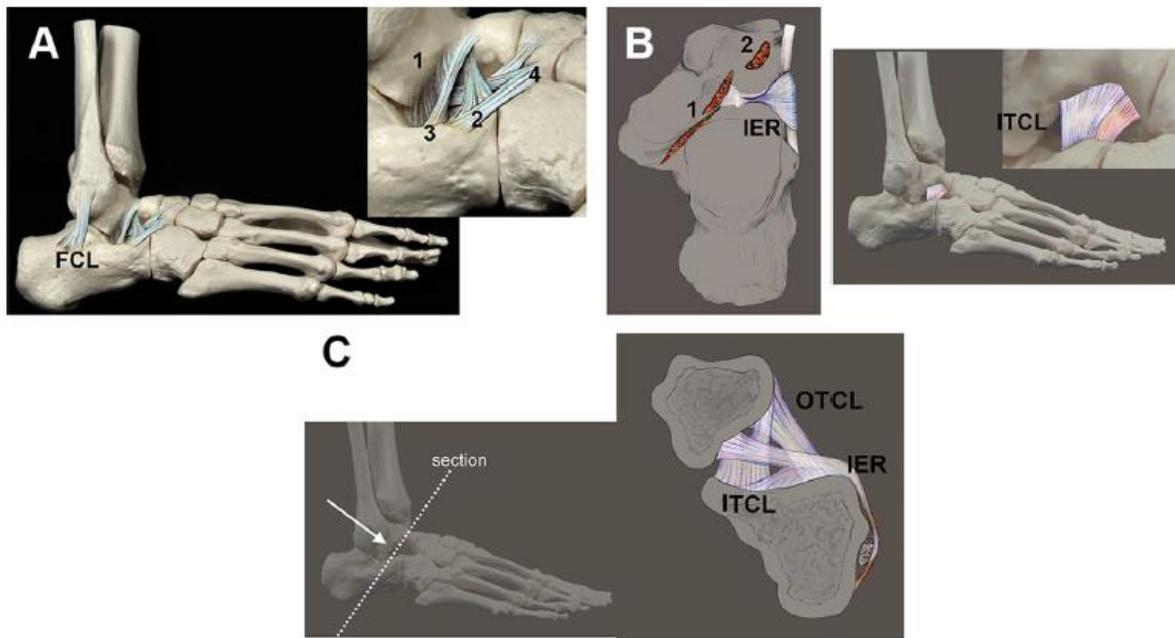


Fig. 2: **A-** I legamenti laterali che contribuiscono alla stabilità della caviglia: ITCL (1), legamento cervicale (2), STCL (3). **B-** a sinistra sono evidenziati i punti di inserzione dell'IER, mediale (1) e laterale (2). A destra, la rimozione dell'IER permette di visualizzare il fascio a V dell'ITCL. **C-** la visione posteriore mette in evidenza la fusione fra l'IER, l'ITCL e il legamento cervicale.

I legamenti della STJ limitano ai gradi estremi i movimenti di eversione (ITCL e fascio tibio-calcaneare del legamento deltoideo) e di inversione (legamento cervicale e CFL).

Alcuni studi effettuati su sezioni di cadavere, indicano il CFL come stabilizzatore primario mentre come secondari il legamento cervicale e l'interosseo^{9,10}, sebbene i risultati siano spesso contrastanti.

1.2. Biomeccanica

Determinare l'asse di rotazione della STJ risulta molto complicato in quanto esistono punti di riferimento esterni e inoltre risulta obliquo rispetto ai normali piani anatomici. I movimenti presenti in questa articolazione sono la flessione plantare, la flessione dorsale, l'inversione e l'eversione. L'asse è descritto come elicoidale e quando viene proiettato sul piano sagittale

forma un angolo di circa 41° , mentre sul piano antero-posteriore devia di circa 23° medialmente e anteriormente⁵ (Fig. 3). In letteratura, sono riportati notevoli differenze di misurazione poiché ciascun autore utilizza metodi di rilevamento diversi (studi statici su cadavere, esperimenti passivi in vivo o studi con l'utilizzo della risonanza magnetica).

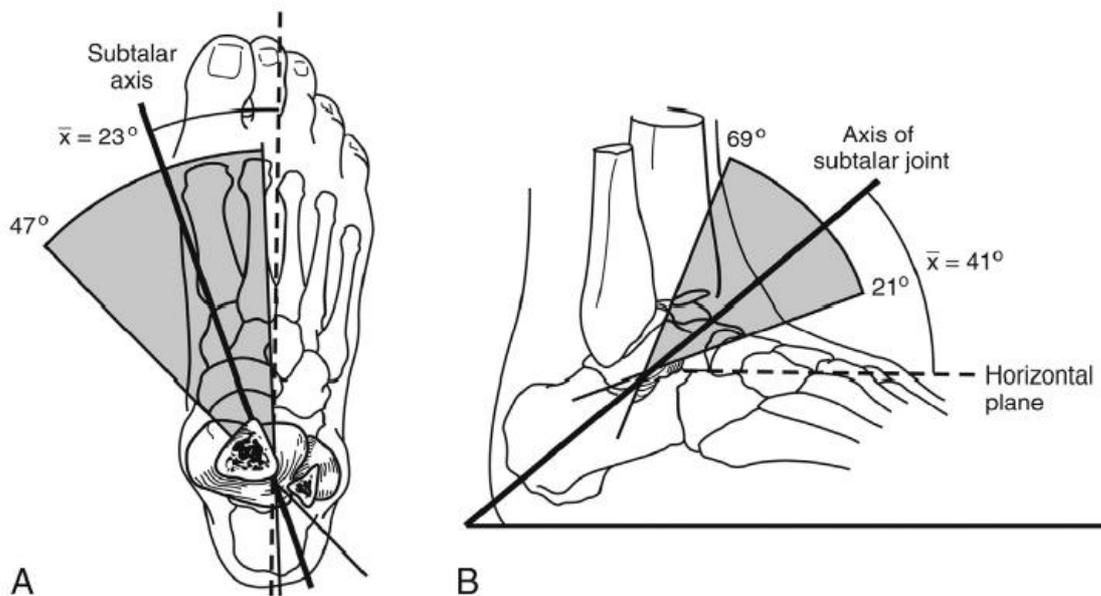


Fig. 3: **A-** nella visione AP è possibile osservare l'inclinazione dell'asse di 23° . **B-** sul piano sagittale invece si evidenzia una deviazione di 41°

I movimenti di dorsiflessione e plantiflessione sono clinicamente trascurabili, mentre sono invece predominanti quelli di inversione ed eversione. Il range medio tra le misurazioni presenti in letteratura è compreso tra circa 40° e 60° con il movimento di inversione maggiormente rappresentato rispetto all'eversione (anche se il pre-posizionamento della caviglia influisce sulle misurazioni¹) (Fig. 4).

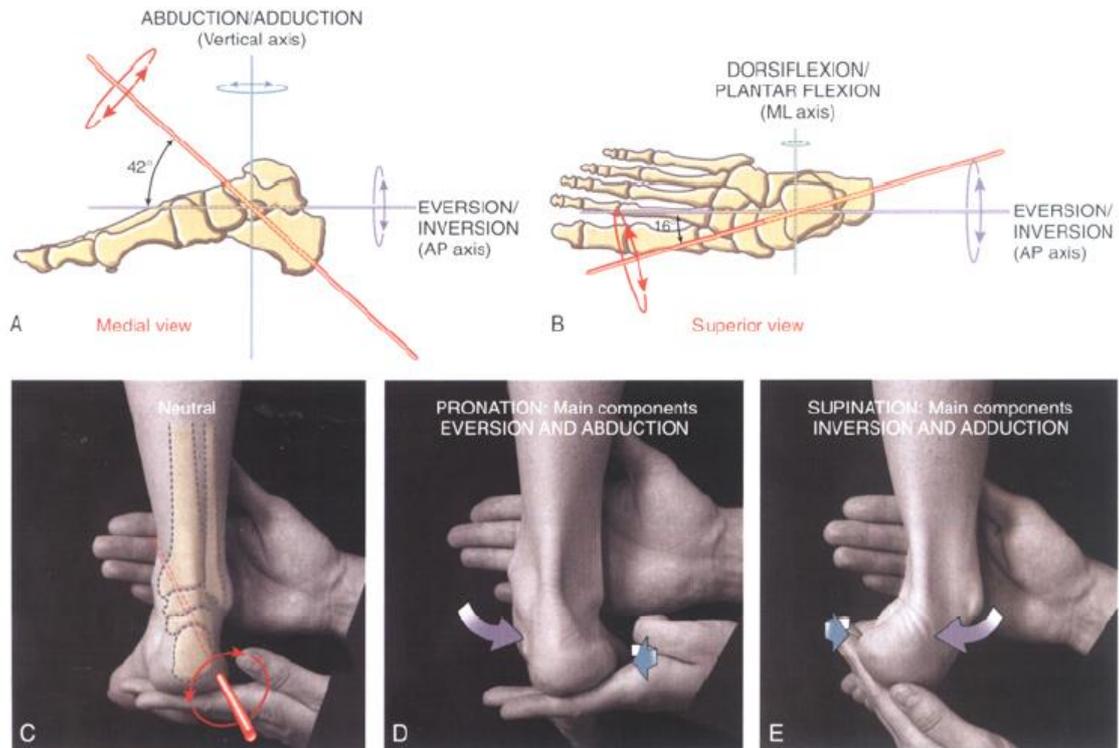


Fig. 3: Assi di rotazione e osteocinematica della STJ. In rosso è evidenziato l'asse di rotazione (A, B, C). Nell'immagine D si evidenzia l'eversione e l'abduzione che rappresentano le principali componenti del movimento di pronazione; nell'immagine E l'inversione e l'adduzione rappresentano le componenti del movimento di supinazione.

Dai diversi studi emerge quanto non sia fondamentale la qualità e la quantità del movimento in sé, quanto piuttosto l'elevata variabilità. Pertanto, risulta importante, durante l'esame clinico, tenere in considerazione che ogni individuo può presentare diverse caratteristiche⁵.

1.3. Definizione instabilità

Rubin G, Witten M. (1962) furono i primi a teorizzare l'instabilità della STJ, seguiti successivamente da Brantigan et al nel 1977 e da Chrisman e Snook nel 1969. Molteplici lavori scientifici hanno evidenziato che i legamenti maggiormente interessati sono il CFL e l'ITCL¹¹, ovvero gli stabilizzatori primari. Le lesioni osservate non sono lesioni isolate (che rappresentano solo l'1% dei casi), bensì lesioni legamentose combinate⁸.

I pazienti con instabilità della STJ riferiscono generalmente storia importante di LAS in passato con più eventi ricorrenti, sensazione di "giving way" o "rolling over", dolore profondo nella zona subtalare o nel seno del tarso¹² (sintomo talvolta confuso o erroneamente diagnosticato come sindrome del seno del tarso²) con gonfiore e rigidità nella zona laterale della caviglia¹. I sintomi sono aggravati da attività ad alto carico soprattutto su terreni irregolari^{2,13}.

Risulta pertanto impossibile distinguere l'instabilità laterale di caviglia da quella subtalare^{12,13}, anche se le pazienti donne con instabilità della STJ riferiscono beneficio nell'indossare scarpe con tacco¹⁴.

1.4. Meccanismo lesivo

L'esatto meccanismo di lesione è misconosciuto. In letteratura, però, ne sono stati ipotizzati diversi che potrebbero residuare in un'instabilità meccanica della STJ.

Il meccanismo più comune sembra essere un'inversione forzata con la caviglia in flessione dorsale. La prima lesione legamentosa avviene a livello del CFL, successivamente si verifica la rottura del legamento cervicale e dell'interosseo.

Inoltre, poiché l'instabilità della STJ è presente in circa il 20% dei pazienti che residuano instabilità laterale di caviglia, un secondo meccanismo traumatico è rappresentato da una LAS: supinazione del retropiede durante una flessione plantare di caviglia. In questo caso l'ordine di rottura dei legamenti cambia e risulta lesionato prima il legamento talofibulare anteriore (ATFL), poi il CFL, la capsula articolare e infine l'ITCL¹⁵.

Lo stesso autore, insieme a Pisani (1997), ha ipotizzato inoltre un meccanismo definito "colpo di frusta" (Fig.4), tipico negli sport di salto (pallavolo, basket), dove avviene lo spostamento dell'astragalo sul calcagno dopo un atterraggio con il piede atteggiato in massima dorsiflessione¹⁶.

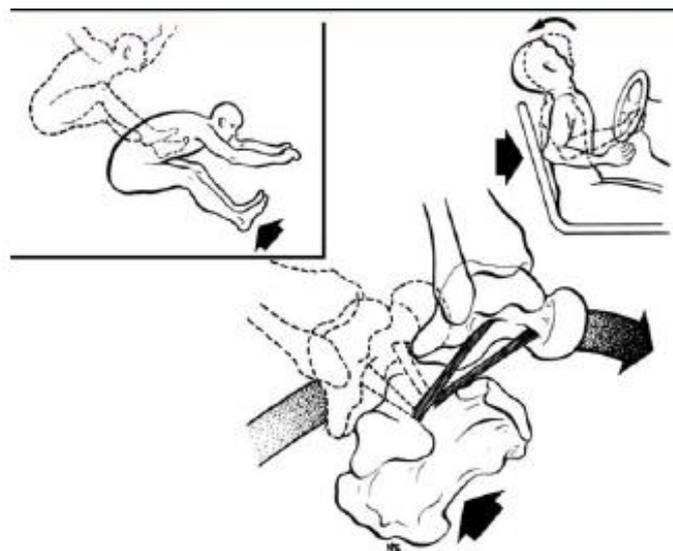


Fig. 4: meccanismo lesivo definito da Pisani come "colpo di frusta".

1.5. Obiettivo

Lo scopo di questa tesi è approfondire gli elementi anatomici di stabilità dell'articolazione sottoastraglica e cercare di verificare se in letteratura sono presenti test clinici e valutativi per l'inquadramento della suddetta articolazione.

2. MATERIALI E METODI

Per effettuare la ricerca è stato utilizzato il database bibliografico Medline mediante la seguente stringa di ricerca:

((((((((((((((((Joint, Subtalar[MeSH Terms]) OR Joint, Subtalar[Title/Abstract]) OR Joints, Subtalar[MeSH Terms]) OR Joints, Subtalar[Title/Abstract]) OR Subtalar Joints[MeSH Terms]) OR Subtalar Joints[Title/Abstract]) OR Talocalcaneal Joint[MeSH Terms]) OR Talocalcaneal Joint[Title/Abstract]) OR Joint, Talocalcaneal[MeSH Terms]) OR Joint, Talocalcaneal[Title/Abstract]) OR Joints, Talocalcaneal[MeSH Terms]) OR Joints, Talocalcaneal[Title/Abstract]) OR Talocalcaneal Joints[MeSH Terms]) OR Talocalcaneal Joints[Title/Abstract])) AND instability

Selezione degli studi

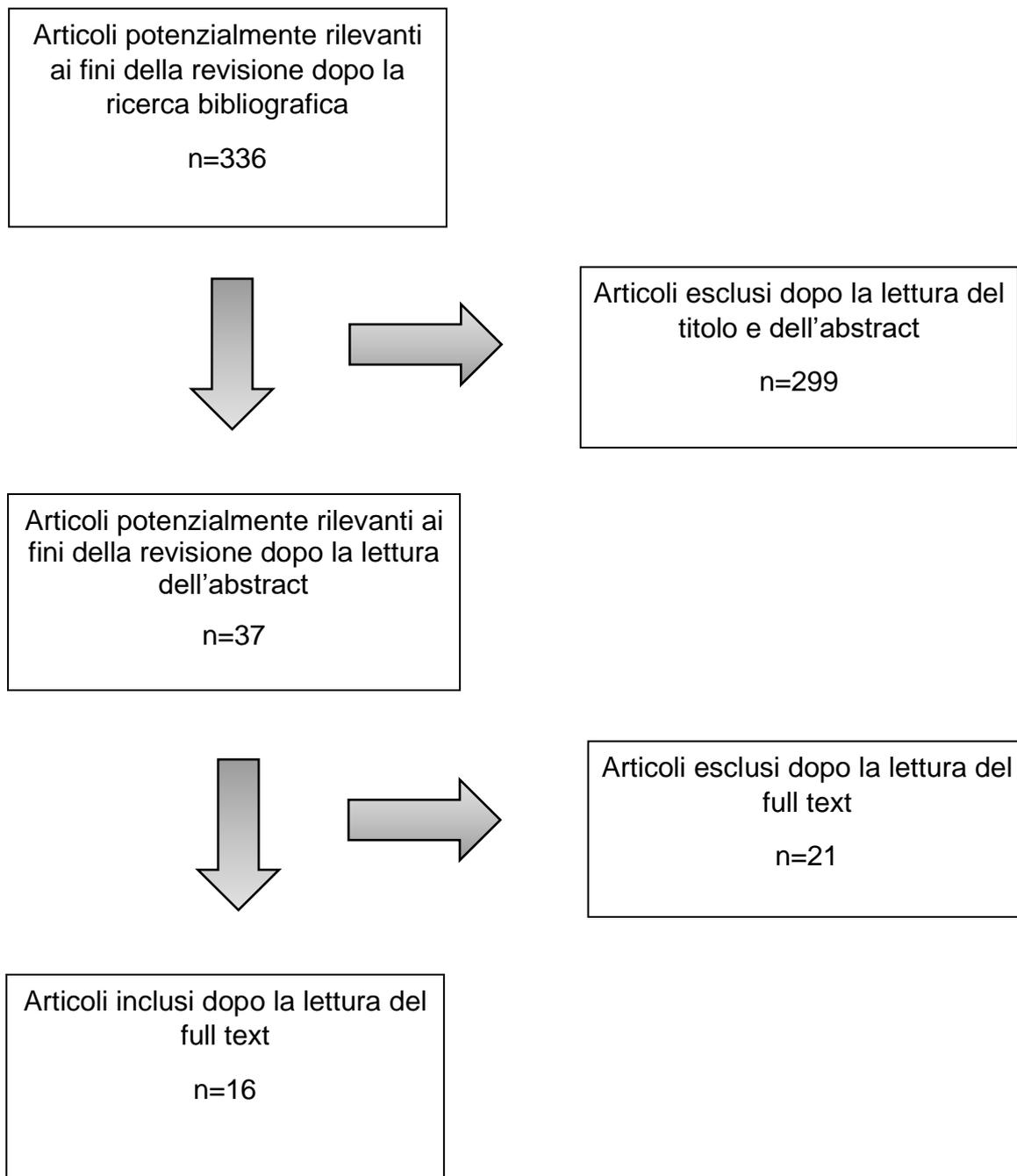
Non sono stati applicati limiti temporali alla ricerca e sono stati inclusi solo gli articoli provvisti di abstract e in lingua inglese.

Alla prima revisione sono stati scartati gli articoli incentrati esclusivamente sulla chirurgia e che riguardavano condizioni maggiori quali fratture o deformazioni congenite.

Data la scarsa quantità di materiale presente su Medline, nella prima revisione sono stati inclusi anche degli articoli di pertinenza dubbia per poter approfondire meglio con la lettura del full text.

3. RISULTATI

La ricerca effettuata sulla banca dati ha individuato 37 articoli potenzialmente utili ai fini della revisione. Di questi, dopo la lettura del full text solo 16 soddisfano i criteri di inclusione ed esclusione (Tabella 1).



Articolo	Obiettivo
<p>Clockaerts S, Van Der Bauwhede J et al. <i>Does subtalar instability really exist?</i> Foot Ankle Surg 2020;26(2):119-127</p>	<p>Revisione sistematica che ha lo scopo di verificare l'esistenza dell'instabilità sottoastragalica e la reliability degli strumenti diagnostici. Il ruolo dei legamenti della STJ nel movimento e nella stabilità, nella pratica clinica, non è ancora ben stabilito. Nessuno studio ha evidenziato un legamento responsabile. La reliability dello stress radiografico risulta insufficiente, piuttosto l'MRI si presenta promettente per diagnosticare l'instabilità sottoastragalica.</p>
<p>Gribble PA. <i>Evaluating and Differentiating Ankle Instability.</i> Journal of Athletic Training 2019;54(6):617-627</p>	<p>Review sulle distorsioni laterali di caviglia. Descrizione dell'iter valutativo del paziente (anamnesi ed esame obiettivo con eventuale di supporto imaging se necessario). L'autore riferisce inoltre l'importanza della valutazione dell'articolazione subtalare, il cui trattamento dovrebbe essere impairment-guidato per minimizzare il rischio che il paziente vada incontro a CAI.</p>
<p>Mittlmeier T, Rammelt S. <i>Update on subtalar joint instability.</i> Foot Ankle Clin N Am 2018; 23(3):397-413</p>	<p>Review sull'instabilità sotto astragalica. Inquadramento dell'articolazione e della problematica; fondamentale la corretta diagnosi poiché i sintomi e il meccanismo lesivo sono difficilmente distinguibili da una LAS e dal CAI.</p>
<p>Mittlmeier T, Wichelhaus A. <i>Subtalar joint instability.</i> Eur J Trauma Emerg Surg 2015; 41(6):623-9</p>	<p>Revisione narrativa sull'instabilità sottoastragalica, cercando di inquadrarla il più possibile sia in fase acuta che in fase cronica. Una recente pubblicazione ha evidenziato che non esiste un effettivo algoritmo di valutazione della STJ poiché i dati sono spesso contrastanti.</p>

<p>Aynardi M, Pedowitz DI, Raikin SM. Subtalar instability. Foot Ankle Clin N Am 2015; 20: 243–252</p>	<p>Revisione narrativa sull'instabilità sottoastragalica. Dopo aver individuato la problematica per esclusione (dove persiste, post LAS, instabilità funzionale e dolore nella regione del seno del tarso), si propone un trattamento conservativo come per una distorsione laterale di caviglia. Non risultano studi che individuano un gold standard nella valutazione sia clinica sia con imaging. Riguardo il trattamento chirurgico, nessuna tecnica attualmente presenta valori di efficacia maggiori.</p>
<p>Barg A, Tochigi Y et al. Subtalar Instability: Diagnosis and Treatment. Foot Ankle Int. 2012 Feb;33(2):151-60</p>	<p>Revisione narrativa sull'instabilità sottoastragalica. Dopo l'evento traumatico il paziente presenta aumento dell'inversione del retro piede, sebbene la misurazione precisa di questo movimento non sia accurata a causa dei tessuti molli e delle articolazioni vicine. Il legamento interosseo è comunemente ritenuto lo stabilizzatore primario della STJ, la rottura dell'ITCL può essere evidenziata solo mediante l'MRI poiché lo stress radiografico produce molti falsi positivi. L'assenza di studi dinamici non permette però di definire la risonanza magnetica come gold standard della diagnosi dell'instabilità sottoastragalica.</p>
<p>Ringleb S, Dhakal A, Anderson CD et al. Effects of Lateral Ligament Sectioning on the Stability of the Ankle and Subtalar Joint. J Orthop Res. 2011;29(10):1459-64</p>	<p>Sviluppare un metodo clinicamente rilevante per la diagnosi dell'instabilità sottoastragalica. Lo studio propone di creare un modello di cadavere per indagare gli effetti del meccanismo di lesione sulla cinematica articolare della caviglia e della STJ per comprendere il ruolo dei legamenti.</p> <p>I risultati mostrano che l'interosseo rappresenta lo stabilizzatore primario insieme al contributo dell'ATFL e del CFL.</p>

<p>Mullen JE, O'Malley MJ. Sprains – residual instability of subtalar, Lisfranc joints, and turf toe. Clinics in sports medicine 2004;23(1): 97-121</p>	<p>Revisione narrativa che indaga l'anatomia, la biomeccanica, il meccanismo di lesione e il trattamento del retropiede, mesopiede e l'avampiede. Riguardo la STJ, l'autore descrive come stabilizzatore primario il CFL. La diagnosi di instabilità è clinicamente effettuata tramite segni e sintomi del paziente e mediante dorsiflessione, varo stress del retropiede e valutazione della rotazione del calcagno sull'astragalo.</p>
<p>Tochigi Y, Amendola A et al. The Role of the Interosseous Talocalcaneal Ligament in Subtalar Joint Stability. Foot Ankle Int. 2004; 25(8):588-96.</p>	<p>Trial su cadavere (n=6) effettuato per verificare il ruolo del legamento interosseo sulla stabilità della STJ. Il test utilizzato è il cassetto, realizzato lungo diversi assi. I risultati suggeriscono che il seguente test dovrebbe essere utilizzato eseguendolo lungo la direzione dall'aspetto posteriore del malleolo laterale al centro del malleolo mediale, tra i 300° e i 120° (spostamento mediale del calcagno)</p>
<p>Budny A. Subtalar joint instability: current clinical concepts. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery 2004;21(3), 449-60, viii</p>	<p>Revisione della letteratura sull'instabilità sottoastragolica. L'autore individua come stabilizzatore primario di questa articolazione il legamento interosseo supportato secondariamente dal CFL. Per diagnosticare questo quadro clinico si propone di abbandonare la proiezione di Broden e piuttosto di quantificare l'instabilità tramite la TC che sembra avere risultati promettenti.</p>
<p>Keefe DT, Haddad SL. Subtalar instability: etiology, diagnosis, and management. Foot Ankle Clin 2002; 7:577–609.</p>	<p>Revisione della letteratura sull'instabilità della STJ. Risultati contraddittori vengono presentati circa il ruolo di stabilità dei legamenti della suddetta articolazione. A livello clinico, la diagnosi è effettuata mediante l'esame anamnestico e obiettivo. L'autore propone l'utilizzo di un test che unisce 10° di dorsiflessione a inversione e rotazione interna, sebbene non sia attualmente verificato.</p>

<p>Zwipp H, Rammelt S, Grass R. Ligamentous injuries about the ankle and subtalar joints. Clin Podiatr Med Surg. 2002; 19(2):195-229, v.</p>	<p>Revisione della letteratura sulle lesioni legamentose di caviglia e sull'articolazione sottoastragalica. Risulta difficile discriminare la diagnosi di instabilità della STJ con quella della caviglia. Gli autori propongono di valutare la rotazione del calcagno sull'astragalo mediante l'inserimento di varo stress e doriflessione; nella loro esperienza, questo metodo risulta l'unico per differenziare la STJ dalla caviglia.</p>
<p>Hertel J, Denegar CR, Monroe MM et al. Talocrural and Subtalar Joint Instability After Lateral Ankle Sprain. Med Sci Sports Exerc 1999; 31(11):1501-8</p>	<p>Trial che propone l'utilizzo della fluoroscopia sotto stress e dell'esame clinico nella valutazione dell'instabilità talocrurale e sottoastragalica in soggetti sani e con storia di LAS. I test clinici proposti sono il cassetto anteriore (ADT), il talar tilt test (TTPE) e il medial subtalar glide (MSTG). Questo studio dimostra che un sottogruppo di pazienti post LAS, presentano instabilità sia dell'articolazione talocrurale, sia della sottoastragalica. Dei 9 soggetti positivi al TTPE sotto fluoroscopia, 7 di questi sono risultati positivi anche all'ADT e MSTG (78%).</p>
<p>Karlsson J, Eriksson BI, Renstrom PA. Subtalar ankle instability: a review. Sports Med 1997; 5:337-346</p>	<p>Revisione della letteratura sull'instabilità sottoastragalica come causa di instabilità funzionale della caviglia. Nella valutazione clinica dell'instabilità della STJ è presente aumento della rotazione interna e dello spostamento anteriore del calcagno rispetto all'astragalo, parametri che, nonostante siano associati a segni e sintomi, non possono essere considerati sufficienti per effettuare la diagnosi. Risulta pertanto necessario l'utilizzo di imaging con stress articolare.</p>
<p>Thermann H, Zwipp H, Tscheme H. Treatment algorithm of chronic ankle and subtalar instability. Foot Ankle Int 1997; 18:163-169</p>	<p>Studio retrospettivo. I pazienti sono stati valutati clinicamente mediante test del cassetto, talar tilt test e rotazione interna del calcagno sull'astragalo con varo stress e dorsiflessione; mentre radiologicamente è stato utilizzato lo stress radiografico. La valutazione dei casi che presentavano però instabilità della STJ isolata o concomitante a quella della caviglia, è stata effettuata post-intervento solo tramite stress radiografico.</p>

<p>Clanton TO. <i>Instability of the subtalar joint.</i> Orthop. Clin. North Am 1989; 20:583–592</p>	<p>Revisione narrativa sull'articolazione sottoastragalica e il suo ruolo fondamentale nell'instabilità laterale cronica della caviglia. Il meccanismo lesivo è rappresentato dal movimento di inversione, associato a plantiflessione o dorsiflessione, che provoca la lesione dell'apparato legamentoso della STJ la cui funzione è rappresentata dal mantenimento della stabilità.</p>
---	---

Tabella 1: articoli inclusi nella revisione.

4. DISCUSSIONE

Definire quali siano gli elementi che conferiscono stabilità all'articolazione sottoastraglica risulta complesso. Gli studi presenti in letteratura mostrano risultati contraddittori, ma tutti attribuiscono ai legamenti questo ruolo poiché la loro struttura riesce a rendere l'articolazione fortemente stabile.

L'articolo di Mullen et al.⁹ afferma il ruolo di stabilizzatore primario del CFL, basandosi su diversi studi effettuate su cadavere. Ad esempio, quello di Heilman et al.¹⁰ esamina 10 campioni tramite la sezione dei legamenti principali della STJ, evidenziando un'apertura fra il calcagno e l'astragalo in supinazione di 5mm con il taglio del solo CFL; un altro studio di Kjaersgaard-Andersen et al.¹⁷, effettuato su 10 cadaveri, rileva invece un aumento nel range di rotazione del calcagno di circa il 15-20% rispetto al sano. Confrontando i dati con il successivo articolo, dove si valutavano l'ITCL e il legamento cervicale¹⁸, si può affermare l'importanza del ruolo del CFL nella stabilizzazione dell'articolazione sottoastraglica.

Altre revisioni della letteratura, invece, individuano nel legamento interosseo lo stabilizzatore primario^{1,11,14}. Queste ultime si basano ugualmente su studi effettuati su cadavere, dove la sezione del legamento interosseo provoca aumento dell'inversione¹⁹ e uno spostamento rotatorio anterolaterale del calcagno rispetto all'astragalo, movimento inesistente se confrontato con il solo taglio dell'ATFL^{20,21}. Inoltre, la lesione dell'ITCL residua nel paziente i sintomi successivi a una distorsione, quali dolore laterale della caviglia, instabilità e limitazione del ROM²¹ che rappresentano anche i sintomi principali dell'instabilità sottoastraglica.

Le restanti revisioni preferiscono invece non definire un solo legamento principale nella stabilità a causa dei risultati contraddittori evidenziati fra i diversi studi. In aggiunta, le precedenti affermazioni si basano principalmente su trial effettuati su cadavere, in cui il numero di campione appare scarso, ed è inoltre assente un riscontro in vivo.

Sebbene la maggior parte degli studi sembrino propendere verso l'ITCL come stabilizzatore primario, bisogna ricordare che la sua lesione isolata è rara; infatti nei possibili meccanismi lesivi evidenziati, in inversione e flessione dorsale la sua rottura avviene dopo il CFL e il legamento cervicale, mentre in flessione plantare solo dopo l'ATFL e il CFL¹⁵.

Si può pertanto affermare che entrambi conferiscono stabilità alla STJ, supportati anche dal legamento cervicale (che contribuisce a dare stabilità nelle rotazioni¹⁸) e dal fascicolo tibio calcaneare del deltoideo che conferisce stabilità nei movimenti di slide, roll e torsione⁸.

La valutazione clinica per identificare l'instabilità sottoastraglica risulta altrettanto complicata e inaffidabile poiché i test clinici presenti in letteratura non sono stati validati. Questa difficoltà è dovuta anche alla cinematica articolare complessa, con un'alta variabilità anatomica, e alla non chiara definizione della funzione della componente legamentosa.

Le revisioni narrative di Gribble et al.²², Aynardy et al.¹, Barg et al.¹⁴ e Keefe et al.² propongono come test per la valutazione della instabilità sottoastraglica quello descritto nello studio di Thermann et al.²³. Il test prevede che l'esaminatore applichi uno stress in inversione/rotazione interna del retropiede e infine un'adduzione dell'avampiede mantenendo la caviglia in dorsiflessione di 10° (Fig. 5). Gli autori concludono che l'esaminatore può rilevare la presenza di instabilità della STJ tramite una traslazione mediale del calcagno rispetto all'astragalo (> 5 mm) e un'apertura dell'angolo astragalo calcaneare (>5°). Questi risultati sono stati confermati dalle proiezioni radiografiche sotto stress di Brodén.

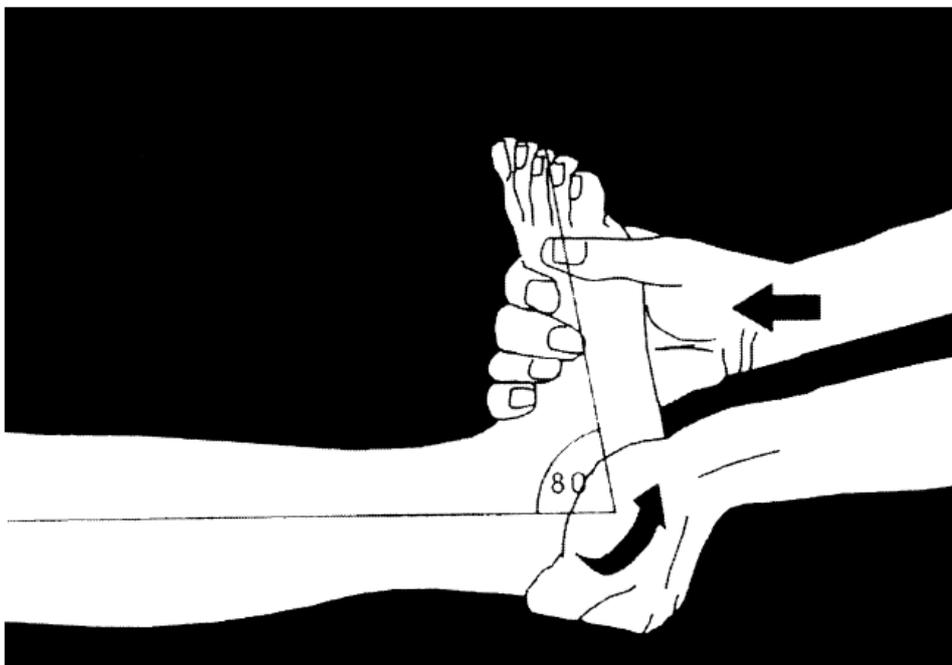


Fig. 5: il retropiede e il calcagno sono fissati dalla mano esterna, la caviglia è posizionata a 10° di dorsiflessione, successivamente viene applicato uno stress in rotazione interna/inversione al retropiede mentre uno stress in adduzione è applicato all'avampiede.

Nelle revisioni di Mittlemeier et al.^{8,13}, viene proposto lo stesso test in cui si combinano i movimenti di inversione, rotazione interna e adduzione applicati all'avampiede, in questo caso, però, l'esaminatore blocca il retropiede in massima dorsiflessione (Fig 6).

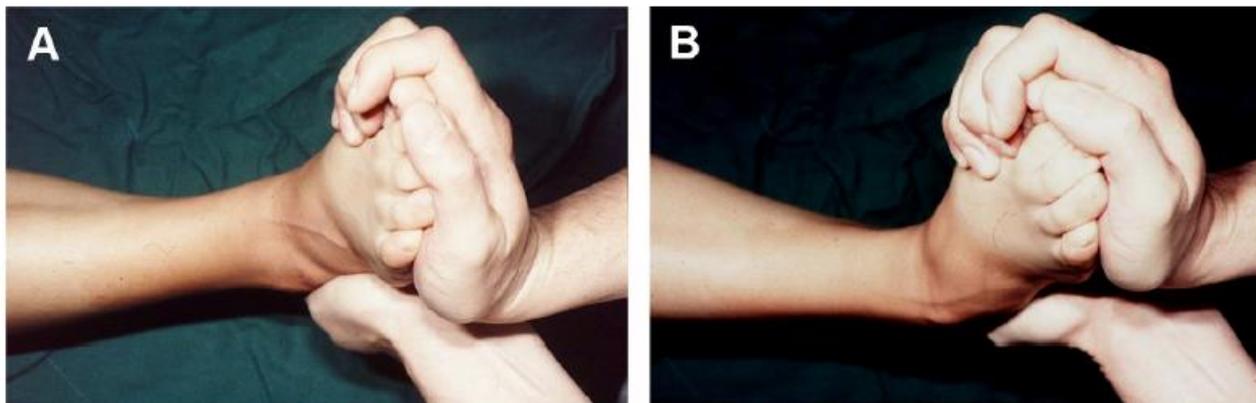


Fig 6.: test per l'instabilità sottoastragalica (A); con la mano esterna si induce uno stress in varo sul retropiede.

La positività del test è ottenuta dall'aumento dello spostamento anteriore e mediale del calcagno sull'astragalo. L'autore afferma che questo test è stato validato tramite lo studio su cadavere di Vaseenon et al.²⁴ che ha lo scopo di stabilire la validità, la reliability e l'accuratezza diagnostica del test del cassetto antero-laterale (ALDT) comparato con il test del cassetto anteriore (ADT), in due gruppi di esaminatori con differente livello di esperienza. L'ALDT è stato eseguito, però, con l'esaminatore che con una mano stabilizza la gamba appena sopra all'articolazione della caviglia, mentre l'altra distale si posiziona con il palmo sotto la pianta del piede per fissarlo in leggera flessione plantare. Il pollice della mano distale è posizionato lungo l'aspetto laterale della cupola astragalica e l'aspetto anteriore del malleolo laterale; le altre dita sono collocate contro l'aspetto posteriore del tallone imprimendo una traslazione anteriore del calcagno, concedendo tuttavia al piede di ruotare internamente (Fig. 7).

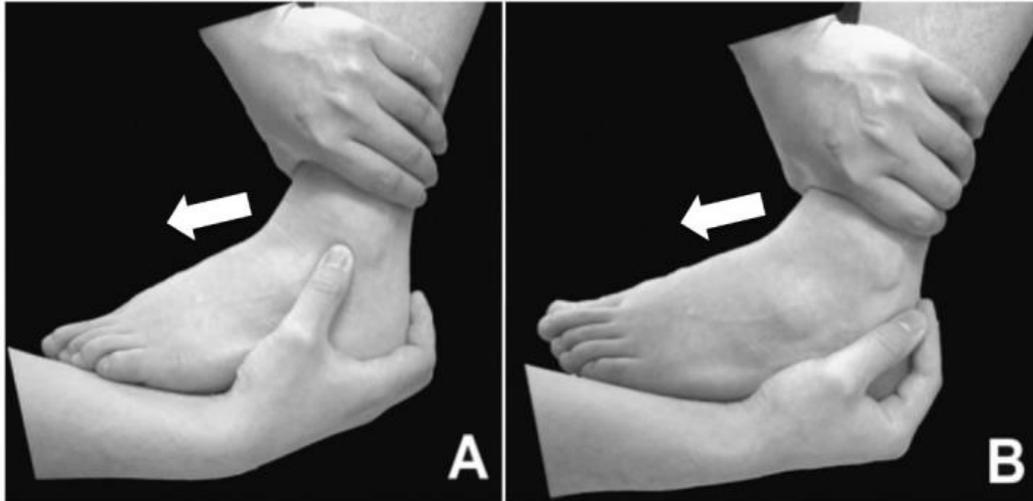


Fig.7: sulla sinistra è raffigurato l'ADT (A); mentre sulla destra l'ALDT (B)

L'ALDT si è dimostrato superiore nella sensibilità rispetto al cassetto anteriore classico (100%) senza compromissione della specificità del (66,67%) indipendentemente dal livello di esperienza dell'operatore.

Un altro studio che utilizza il cassetto anterolaterale nella valutazione dell'instabilità sotto astragalica è quello eseguito da Tochigi et al.²⁰. Questo trial effettuato su cadavere ha lo scopo di valutare il ruolo del legamento interosseo sulla stabilità della STJ, cercando di individuare poi una appropriata tecnica di valutazione clinica. Dopo la sezione del legamento nel campione, si effettua l'applicazione del test del cassetto con il piede in posizione neutra tramite un sistema idraulico lungo diverse direzioni. Lo studio dimostra che, a seguito della sezione dell'ITCL, vi è un'aumentata lassità nel test del cassetto principalmente tra i 30° e i 120° (Fig. 8). Questo asse è orientato approssimativamente lungo il margine posteriore del malleolo laterale verso il centro del malleolo mediale.

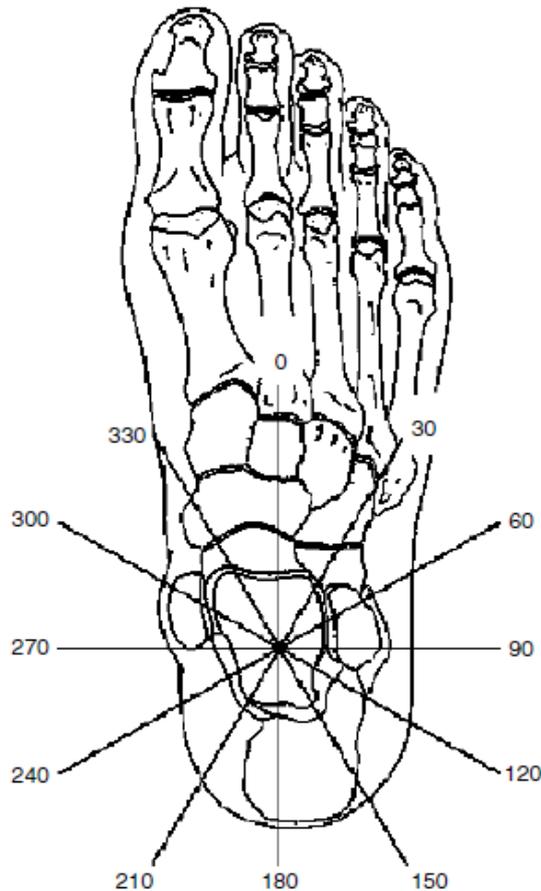


Fig. 8: le direzioni del test del cassetto nello studio di Tochigi et al. sono state definite in relazione alla mobilità del calcagno rispetto all'astragalo. Lo spostamento anteriore del calcagno era in direzione 0°, laterale 90°, posteriore 180° e mediale 270°.

Tuttavia, il seguente studio possiede importanti criticità: la lesione dell'ITCL isolata è rara, come già specificato in precedenza, e inoltre non considera le altre strutture come ad esempio l'articolazione talocrurale e i tessuti molli.

Uno studio di Ringleb et al.²⁵ effettuato su cadavere, ha lo scopo di indagare gli effetti del meccanismo di lesione sulla cinematica articolare della caviglia e della STJ mediante la sezione dei legamenti principali e la successiva misurazione del ROM e somministrazione del cassetto anteriore. I risultati evidenziano un aumento della mobilità del retropiede sia nell'instabilità di caviglia sia nell'instabilità della STJ, potendo affermare quindi l'impossibilità di discriminare questi due quadri con la sola valutazione clinica. Gli autori riferiscono comunque un significativo aumento della mobilità con l'ADT dopo la sezione dell'ATFL e dell'ITCL, che potrebbe suggerire l'integrazione di questo test nella pratica clinica per evidenziare un'instabilità sottoastragalica.

La revisione di Mullen et al.⁹ descrive il test proposto da Zwipp et al.²⁶ per la valutazione dell'instabilità sottoastragalica. Questo test prevede il mantenimento della caviglia in massima flessione dorsale affinché la porzione anteriore dell'astragalo risulti fissata nel mortaio, potendo quindi isolare il movimento puro del retropiede; si effettua poi uno stress in varo del calcagno per misurarne la sua rotazione sull'astragalo.

Un fattore che predispone all'instabilità sottoastragalica è rappresentato inoltre dalla variabilità morfologica delle faccette articolari. In particolare, una riduzione dell'angolo della faccetta posteriore del calcagno potrebbe aumentarne il movimento e di conseguenza predisporre il paziente a un maggior rischio di lesione e instabilità⁹.

L'ultimo test presente in letteratura è quello descritto nello studio di Hertel et al.²⁷. Gli autori propongono il test di scivolamento mediale sottoastragalico (MSTG) che rappresenta una modificazione della tecnica di mobilizzazione articolare descritta in precedenza²⁸. L'MSTG valuta la traslazione mediale del calcagno sull'astragalo nel piano trasverso ed è eseguito con l'operatore che fissa la caviglia in posizione neutra mentre con l'altra mano spinge il calcagno medialmente percependo il suo scivolamento (Fig. 9).



Fig. 9: mentre con una mano la caviglia è mantenuta in posizione neutra, l'altra spinge medialmente il calcagno. Si valuta l'entità dello scivolamento del calcagno rispetto all'astragalo.

Nello studio gli autori graduano questo test su una scala di 4 punti (da 0 a 3): 0 se non vi è lassità, 3 se è presente lassità importante. Questo test è poi verificato mediante la fluoroscopia sotto stress evidenziandone una corrispondenza. Nonostante l'MSTG sembri discriminante nella valutazione della lassità subtalare, una sua importante criticità è che valuta l'articolazione solo nel suo aspetto laterale ignorando la lassità triplanare che caratterizza l'instabilità della STJ.

Da un'accurata indagine della letteratura scientifica emerge quindi la complessità di distinguere l'instabilità della STJ dall'instabilità cronica di caviglia poiché la sintomatologia è pressoché analoga. La maggior parte degli autori, inoltre, identificano questo quadro clinico quando viene eseguito un trattamento conservativo per LAS ma nel paziente residuano ancora dolore e instabilità¹. Risulta pertanto fondamentale diagnosticare l'instabilità della STJ già durante l'anamnesi e l'esame obiettivo e non solo dopo il fallimento dell'intervento riabilitativo.

La revisione sistematica di Clockaerts et al.²⁹ propone la seguente definizione dell'instabilità dell'articolazione sotto astragolica: sintomi cronici di instabilità del retropiede dovuta a un anomalo incremento di mobilità della STJ. Sebbene non sia universalmente condivisa, questa definizione sembra essere la più coerente con il quadro clinico. Gli autori inoltre propongono cinque criteri utili nella pratica clinica per diagnosticare questo tipo di instabilità:

- ricorrenti distorsioni di caviglia
- dolore e dolorabilità nella zona del seno del tarso
- hindfoot looseness o giving way
- instabilità del retropiede nell'esame obiettivo
- positività alla proiezione di Brodén sotto stress.

Pertanto, risulta importante in primo luogo un'accurata raccolta anamnestica, attraverso la quale, dopo aver escluso l'eventuale presenza di red flags, si cerca di individuare il meccanismo traumatico e di comprendere la quantità e la qualità dei sintomi del paziente. Fondamentale poi l'esame obiettivo nella sua completezza: test attivi, test passivi e test resistiti. Molti autori descrivono un aumento del movimento di inversione e la perdita di propriocezione^{1,2,14}.

Successivamente verranno eseguiti i test provocativi ma, considerando l'assenza di un test specifico per la STJ e, soprattutto, la mancata individuazione di un unico legamento responsabile^{2,8,13,29,30,31}, la proposta potrebbe essere l'esecuzione di più test clinici che mirino a valutare tutto il complesso legamentoso della caviglia. Risulterà opportuno pertanto l'utilizzo del cassetto anteriore (poiché il ruolo dell'ATFL nell'instabilità sottoastragalica deve essere maggiormente approfondito²⁹), del talar tilt test e del Kleiger test (poiché un legamento che compone la sottoastragalica è il fascicolo tibio calcaneare del legamento deltoideo). I nuovi test proposti in letteratura, fra cui l'ALDT, l'MSTG e quello descritto da Zwipp et al²⁶, dovrebbero essere maggiormente studiati su un campione più ampio e soprattutto in vivo per poterne verificare le proprietà psicometriche. Nei trial su cadavere inoltre sono state prese in considerazione solo le lesioni legamentose complete, tralasciando pertanto quelle parziali, molto frequenti in clinica. In aggiunta i parametri di positività dei nuovi test proposti consistono nel solo aumento della mobilità in una direzione, trascurando sia la tridimensionalità della STJ sia la variazione del dolore del paziente.

Un corretto inquadramento dell'articolazione sottoastragalica risulta necessario per adottare un piano di trattamento appropriato e per ottenere outcome migliori.

5. CONCLUSIONE

L'instabilità sottoastragalica rappresenta un quadro clinico di notevole interesse ma ancora difficile da identificare e contestualizzare. Gli studi scientifici evidenziano importanti lacune e pareri molto spesso contrastanti.

La revisione della letteratura lascia emergere l'impossibilità di definire un solo principale artefice nella stabilità; diversi autori suggeriscono il CFL, mentre altri l'ITCL. Queste deduzioni sono inoltre ricavate tramite la sezione dei legamenti principali della STJ effettuati su cadavere perdendo dunque valore in clinica. In aggiunta, questi trial considerano la lesione totale trascurando quelle parziali.

Riguardo la diagnosi clinica, emerge l'assenza di un test clinico standardizzato nonostante l'esistenza di diverse proposte.

Uno studio di Tochigi et al.²⁰ suggerisce di valutare il legamento interosseo mediante un test di scivolamento in un asse orientato dal margine posteriore del malleolo laterale al centro del malleolo mediale. La criticità è rappresentata dal fatto che la lesione isolata dell'ITCL è molto rara.

Hertel et al.²⁷ descrivono il test di scivolamento mediale (MSTG), ma nonostante la corrispondenza con la fluoroscopia sotto stress, non sono conosciute affidabilità e accuratezza diagnostica.

In fine, gli studi di Zwipp et al.²⁶ e Thermann et al.²³ propongono per la valutazione dell'instabilità sottoastragalica di applicare uno stress in varo al calcagno mantenendo la caviglia in dorsiflessione per escludere il coinvolgimento dell'articolazione talocrurale. Questo test però, è in grado di valutare la sola faccetta posteriore, trascurando le altre che compongono la STJ.

Per quanto concerne il quadro clinico, si evidenzia la difficoltà di distinzione tra l'instabilità sottoastragalica e una LAS, poiché i sintomi molto spesso si sovrappongono. Dalla letteratura emergono cinque criteri proposti nella revisione sistematica di Clockaerts et al.²⁹:

- ricorrenti distorsioni di caviglia
- dolore e dolorabilità nella zona del seno del tarso
- hindfoot looseness o giving way

- instabilità del retropiede nell'esame obiettivo
- positività alla proiezione di Brodén sotto stress.

Questi criteri possono essere utili per l'inquadramento del paziente ma, considerando la complessità del quadro clinico e l'ambiguità della letteratura scientifica, non può essere considerato un algoritmo di valutazione standardizzato.

Un'altra importante associazione va fatta con l'instabilità cronica di caviglia (CAI) poiché probabilmente molti di questi pazienti possono presentare, in concomitanza, anche instabilità dell'articolazione sottoastragalica. Entrambi i quadri clinici infatti presentano: deficit persistente del ROM in dorsiflessione (dovuto probabilmente a una restrizione causata dai tessuti molli o al positional fault dell'astragalo o della fibula all'interno del complesso articolare della caviglia); riduzione della forza dei muscoli di caviglia, ginocchio e anca e infine alterazioni del controllo posturale²².

La proposta di trattamento presente in letteratura è di tipo conservativo, salvo circostanze di dislocazione franca. La fisioterapia è molto simile a quella suggerita per un paziente post LAS, con il protocollo POLICE da utilizzare nelle fasi acute. Per pazienti affetti da instabilità cronica dell'articolazione sottoastragalica invece è consigliato il trattamento degli stabilizzatori primari di caviglia, del tendine di Achille per migliorarne la lunghezza e la flessibilità e prevenire il mal posizionamento del retropiede da parte del complesso del gastrocnemio, e il training propriocettivo se si rilevano deficit in sede di valutazione. Inoltre può essere utile l'utilizzo di un tutore che limita l'inversione per sopperire all'instabilità percepita. Il piano di trattamento sarà di circa 12-16 settimane.

Poiché l'instabilità sottoastragalica è spesso indentificata solo quando nel paziente residuano sintomi dopo trattamento conservativo post LAS, si può dedurre quanto sia fondamentale la corretta diagnosi di questo quadro clinico in quanto la presenza dell'instabilità della STJ può essere un fattore prognostico negativo per l'incidenza del CAI.

Saranno necessari dunque ulteriori studi clinici per validare i test proposti da integrare nella valutazione clinica del paziente per distinguere l'instabilità della STJ dai quadri affini.

BIBLIOGRAFIA

1. Aynardi M, Pedowitz DI, Raikin SM. **Subtalar instability**. Foot Ankle Clin N Am 2015; 20: 243–252.
2. Keefe DT, Haddad SL. **Subtalar instability: etiology, diagnosis, and management**. Foot Ankle Clin 2002; 7:577–609.
3. Brantigan JW, Pedegana LR, Lippert FG. **Instability of the subtalar joint: diagnosis by stress tomography in three cases**. J Bone Joint Surg 1977;59A:321–4.
4. Yamamoto H, Yagishita K, Ogiuchi T, Sakai H, Shinomiya K, Muneta T. **Subtalar instability following lateral ligament injuries of the ankle**. Injury 1998; 29:265–8.
5. Jastifer JR, Gustafson PA. **The subtalar joint: Biomechanics and functional representations in the literature**. Foot 2014; 24(4):203-9.
6. Neumann DA. **Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation**. 2009. Mosby.
7. Medina McKeon JM, Hoch MC. **The ankle-joint complex: A kinesiologic approach to lateral ankle sprains**. Journal of Athletic Training 2019; 54(6):589–602.
8. Mittlmeier T, Rammelt S. **Update on subtalar joint instability**. Foot Ankle Clin N Am 2018; 23(3):397-413.
9. Mullen JE, O'Malley MJ. **Sprains – residual instability of subtalar, Lisfranc joints, and turf toe**. Clinics in sports medicine 2004;23(1): 97-121.
10. Heilman AE, Braly WG, Bishop JO, Noble PC, Tullos HS. **An anatomic study of subtalar instability**. Foot Ankle 1990;10: 224–8.
11. Budny A. **Subtalar joint instability: current clinical concepts**. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery 2004;21(3), 449-60, viii.
12. Karlsson J, Eriksson B, Renstrom P. **Subtalar ankle instability. A review**. Sports Medicine 1997;24(5), 337-346.
13. Mittlmeier T, Wichelhaus A. **Subtalar joint instability**. Eur J Trauma Emerg Surg 2015; 41(6):623-9.
14. Barg A, Tochigi Y et al. **Subtalar Instability: Diagnosis and Treatment**. Foot Ankle Int. 2012 Feb;33(2):151-60.
15. Meyer JM, Garcia J, Hoffmeyer P, Fritschy D. **The subtalar sprain. A roentgenographic study**. Clin Orthop Relat Res. 1988;(226):169-73.
16. Pisani G. **Chronic laxity of the subtalar joint**. Orthopedics. 1996;19(5):431-437.

17. Kjaersgaard-Andersen P., J. O. Wethelund JO, Helmig P, Nielsen S. ***Effect of the calcaneofibular ligament on hindfoot rotation in amputation specimens.*** Acta Orthop. Scand 1987; 58:135–138.
18. Kjaersgaard-Andersen P, Wethelund JO, Helmig P, Soballe K. ***The stabilizing effect of the ligamentous structures in the sinus and canalis tarsi on movement of the hindfoot: an experimental study.*** Am. J. Sports Med 1988; 16:512–516.
19. Choisne J, Ringleb S, Samaan MA, et al. ***Influence of kinematic analysis methods on detecting ankle and subtalar joint instability.*** J Biomech 2012; 45:46–52.
20. Tochigi Y, Amendola A et al. ***The Role of the Interosseous Talocalcaneal Ligament in Subtalar Joint Stability.*** Foot Ankle Int. 2004; 25(8):588-96.
21. Tochigi Y, Takahashi K, Yamagata M, et al. ***Influence of the interosseous talocalcaneal ligament injury on stability of the ankle subtalar joint complex—a cadaveric experimental study.*** Foot Ankle Int 2000; 21:486–91.
22. Gribble PA. ***Evaluating and Differentiating Ankle Instability.*** Journal of Athletic Training 2019;54(6):617–627.
23. Thermann H, Zwipp H, Tscheme H. ***Treatment algorithm of chronic ankle and subtalar instability.*** Foot Ankle Int 1997; 18:163–169.
24. Vaseenon T, Gao Y, Phisitkul P. ***Comparison of Two Manual Tests for Ankle Laxity Due to Rupture of the Lateral Ankle Ligaments.*** Iowa Orthop J. 2012; 32: 9–16.
25. Ringleb S, Dhakal A, Anderson CD et al. ***Effects of Lateral Ligament Sectioning on the Stability of the Ankle and Subtalar Joint.*** J Orthop Res. 2011;29(10):1459-64.
26. Zwipp H, Rammelt S, Grass R. ***Ligamentous injuries about the ankle and subtalar joints.*** Clin Podiatr Med Surg. 2002; 19(2):195-229, v.
27. Hertel J, Denegar CR, Monroe MM et al. ***Talocrural and Subtalar Joint Instability After Lateral Ankle Sprain.*** Med Sci Sports Exerc 1999; 31(11):1501-8.
28. Loudon JK, Bell SL. ***The Foot and Ankle: An overview of arthrokinematics and selected joint techniques.*** Journal of Athletic Training 1996;31(2), 173-178.
29. Clockaerts S, Van Der Bauwhede J et al. ***Does subtalar instability really exist?*** Foot Ankle Surg 2020;26(2):119-127.
30. Karlsson J, Eriksson BI, Renstrom PA. ***Subtalar ankle instability: a review.*** Sports Med 1997; 5:337–346.
31. Clanton TO. ***Instability of the subtalar joint.*** Orthop. Clin. North Am 1989; 20:583–592.

