

## Role of high-resolution ultrasound in guiding treatment of idiopathic plantar fasciitis with minimally invasive techniques

### *Ruolo dell'ecografia ad elevata risoluzione nella guida al trattamento della fascite plantare idiopatica con tecniche mini-invasive*

F. Sorrentino<sup>1</sup> · A. Iovane<sup>1</sup> · A. Vetro<sup>2</sup> · A. Vaccari<sup>1</sup> · R. Mantia<sup>2</sup> · M. Midiri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIBIMEL, Sezione di Scienze Radiologiche, Università degli Studi di Palermo, Via del Vespro 127, 90127 Palermo, Italy

<sup>2</sup>Centro Medico Mantia, Via De Spuches 22, 90100 Palermo, Italy

Correspondence to: F. Sorrentino, Tel.: +39-091-6552335, Fax: +39-091-6552337, e-mail: drdiving@yahoo.it

Received: 26 May 2007 / Accepted: 24 August 2007 / Published online: 10 June 2008  
© Springer-Verlag 2008

#### Abstract

**Purpose.** The aim of this study was to assess the reliability of per fascial oedema as a sonographic criterion for selecting the most appropriate treatment (ultrasound-guided corticosteroid injection or ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy) of idiopathic plantar fasciitis (IPF).

**Materials and methods.** Sixty-four patients with a clinical diagnosis of unilateral refractory IPF, treated conservatively for at least 8 weeks, were studied with high-resolution ultrasound (HRUS). Pain intensity was evaluated with a visual analogue scale (VAS). HRUS was used to confirm IPF and identify the presence of per fascial oedema. Patients with an HRUS diagnosis of IPF were grouped according to the presence (A) or absence (B) of per fascial oedema and then randomly allocated to treatment with corticosteroid injection (1) or extracorporeal shock wave therapy (2). Clinical and HRUS follow-up was performed 6 weeks after treatment.

**Results.** HRUS confirmed IPF in 68.97% of patients and identified per fascial oedema in 53.33%. Clinical and sonographic improvements were observed in 87.5% and 37.5% of patients in subgroups A1 and A2, respectively, and in 35.71% and 92.85% of those in subgroups B1 and B2, respectively.

**Conclusions.** The presence of per fascial oedema may represent an effective criterion for guiding treatment decisions towards HRUS-guided corticosteroid injection.

**Keywords** Plantar fasciitis · Sonography · Corticosteroid injection · Shock waves · Foot

#### Riassunto

**Obiettivo.** Valutare l'affidabilità del criterio ecografico nell'individuazione dell'edema per fasciale nella scelta della terapia mini-invasiva (iniezione di corticosteroidi o onde d'urto, ESWT) con guida dell'ecografia ad alta risoluzione (HRUS) nel trattamento della fascite plantare idiopatica (FPI).

**Materiali e metodi.** Sessantaquattro pazienti con diagnosi clinica di FPI monolaterale, recalcitrante, trattata conservativamente per almeno 8 settimane, sono stati sottoposti ad HRUS. Il dolore è stato quantizzato con una visual analogue scale (VAS). La FPI è stata verificata all'HRUS ed è stata valutata la presenza di edema per fasciale. I pazienti con diagnosi HRUS di FPI sono stati suddivisi in (A) presenza e (B) assenza di edema per fasciale e poi suddivisi random in trattati con (1) infiltrazione di corticosteroidi e (2) ESWT. Le rivalutazioni clinica e HRUS sono state eseguite a 6 settimane.

**Risultati.** Nel 68,97% dei pazienti l'HRUS ha evidenziato una FPI con edema per fasciale nel 53,33%. Nei pazienti dei sottogruppi A1 e A2 è stato evidenziato un miglioramento clinico-strumentale nel 87,5% e nel 37,5% dei casi, mentre nei pazienti dei sottogruppi B1 e B2 questo è stato evidenziato nel 35,71% e nel 92,85% dei casi.

**Conclusioni.** La presenza dell'edema per fasciale potrebbe essere un efficace criterio nell'indirizzare la terapia verso le iniezioni di corticosteroidi con guida HRUS.

**Parole chiave** Fascite plantare · Ecografia · Iniezioni di corticosteroidi · Onde d'urto · Piede

## Introduction

The plantar fascia is a band of fibrous tissue extending from the lower margin of the calcaneus to the plantar surface of the metatarsophalangeal joints and the bases of the proximal phalanges of the toes [1, 2]. Because of its significant biomechanical role, the plantar fascia is subjected to recurrent microtraumas at the calcaneal insertion, perpetuated by repeated strain through weight bearing and the resulting inflammatory response. This is the most common cause of heel pain and accounts for 15% of all foot disorders [3]. Imaging plays a fundamental role in the diagnosis of IPF as it provides confirmation of the clinical suspicion and helps in differential diagnosis and planning the most appropriate treatment [4]. Therapy is primarily conservative, and although effectiveness varies with the type of treatment (or combination treatment), positive results have been reported in 90% of patients [5]. The remaining cases undergo surgical treatment with open, percutaneous or endoscopic procedures. Although satisfactory results have been reported for each of these techniques, none of them is free of potentially severe complications (infection, nerve injury, flattening of the medial arch, etc.) [6]. Additionally, there is a lack of well-designed comparative studies demonstrating the real effectiveness of these invasive treatment modalities, as noted by Atkins et al. in a Cochrane systematic review. Minimally invasive techniques such as corticosteroid injection and extracorporeal shock wave therapy (ESWT) may represent an alternative to both noninvasive conservative treatments and invasive surgical procedures. Several reports have demonstrated the effectiveness of palpation-guided or ultrasound (US)-guided steroid injection [2, 8]. A number of studies have also reported highly positive results for ESWT with or without US guidance in treating plantar fasciitis [7, 9]. High-resolution US (HRUS) is very reliable in the diagnosis of IPF, with a sensitivity of 80% and a specificity of 88.5% compared with the reference standard, magnetic resonance imaging (MRI) [5]. Perifascial oedema is an abnormality that is readily identified by HRUS in several patients affected by IPF. At present, there are no precise diagnostic criteria to guide treatment decisions towards either of the two minimally invasive techniques. The purpose of this study was to evaluate the role of perifascial oedema as a sonographic criterion to assist in the choice between US-guided ESWT or US-guided steroid injection for treating IPF, with clinical and HRUS follow-up 6 weeks after treatment.

## Materials and methods

Over a period of 18 months, 87 patients with a clinical diagnosis of unilateral heel pain treated conservatively (nonsteroid anti-inflammatory drugs and heel cup) for at least 8 weeks with unsatisfactory results were referred for physiatric assessment (T0). Assessment included a detailed history of the heel pain, with special reference to duration and

## Introduzione

*La fascia plantare è una banda di tessuto fibroso che si estende dal margine inferiore del calcagno alla superficie plantare delle articolazioni metatarso-falangee e alla base della falange prossimale delle dita del piede [1, 2]. In relazione al suo importante ruolo biomeccanico è prona a ripetuti traumi, più propriamente microtraumi, perpetuati dalla ripetuta tensione esercitata sotto carico dal peso corporeo (weight-bearing), in corrispondenza della sua inserzione calcaneare, a cui consegue una risposta infiammatoria. È la causa più frequente di dolore del tallone e rappresenta il 15% dei disturbi del piede [3]. Il ruolo delle metodiche di imaging nella diagnosi della FPI è di fondamentale importanza poiché consente la verifica del sospetto clinico, la diagnosi differenziale e la corretta pianificazione terapeutica [4]. La terapia di scelta è conservativa e la sua efficacia varia in funzione della tipologia adottata, a volte con terapie combinate, potendo raggiungere, come riportato in alcune casistiche, risultati efficaci nel 90% dei pazienti [5]. Nei restanti casi la terapia è chirurgica con approccio aperto, percutaneo o eseguito con procedure endoscopiche; anche se sono stati segnalati soddisfacenti risultati con ognuna di queste tecniche, esse non sono scevre di potenziali e rilevanti complicanze (infezione, lesioni nervose, appiattimento dell'arco plantare, ecc.) [6]. Inoltre Atkins et al. in una Cochrane systematic review hanno documentato la mancanza di studi ben disegnati e comparativi che dimostrino l'evidenza di una reale efficacia di queste modalità di trattamento invasivo. Alternative alle terapie conservative non invasive e ai trattamenti invasivi chirurgici sono le tecniche mini-invasive come le iniezioni di corticosteroidi e le onde d'urto (ESWT). In differenti casistiche le iniezioni di corticosteroidi eseguite con approccio palpatorio o con guida ecografica hanno mostrato risultati molto soddisfacenti [2, 8]. Anche per l'ESWT, senza o con puntamento ecografico, sono stati riportati in diversi studi sono stati riportati risultati molto efficaci nel trattamento della fascite plantare [7, 9]. L'ecografia ad alta risoluzione (HRUS) si è dimostrata una metodica molto affidabile nella diagnosi della FPI presentando, rispetto alla risonanza magnetica (RM), ritenuta il gold standard, una sensibilità del 80% e una specificità del 88,5% [5]. L'edema perifasciale è un'alterazione facilmente identificabile all'HRUS in un certo numero di pazienti con FPI. In atto non esistono precisi criteri diagnostici che indirizzino la scelta terapeutica verso una delle due tecniche mini-invasive. Scopo dello studio è stato valutare il ruolo del segno ecografico edema perifasciale nella scelta del trattamento mini-invasivo (ESWT sotto puntamento ecografico o iniezioni ecoguidate di corticosteroidi) nella terapia della FPI con una rivalutazione clinica ed HRUS a 6 settimane dalla fine dei trattamenti.*

onset, and a clinical examination with determination of body mass index (BMI). Heel pain was estimated by 0-point visual analogue scale (VAS) ranging from 0 (no pain) to 10 (maximal pain).

Patients underwent HRUS on the same day as the clinical examination. HRUS aimed to confirm the clinical diagnosis of IPF and exclude other possible diagnoses and was performed by the same radiologist (AI), who was blinded to the clinical findings, in particular to the side affected and to the duration of the disease. A Tecnos device (Esaote Biomedica, Genoa, Italy) was used with a high-resolution 5- to 12-MHz linear ultrasound transducer. During HRUS, patients lay prone with their feet on a bed and ankles dorsiflexed. The focus was adjusted to the depth of the plantar fascia, and gain was adjusted individually for each patient. HRUS was performed on both the symptomatic and asymptomatic heel. The sonographic diagnosis of IPF was established when the following signs were present: 1) fascial thickening >5 mm, 2) biconvex morphology and 3) abnormal fascial echostructure, specifically increased echogenicity, heterogeneity and ill-defined margins. The thickness of the plantar fascia was measured approximately 1 cm from the calcaneal insertion with electronic callipers. Normal plantar fascia appears as a hyperechoic band that is well delineated by two hyperechoic lines [11]. A plantar fascia thickness >5 mm was chosen on the basis of the findings reported by Tsai et al. [11], who observed a fascial thickness of  $3.83 \pm 0.72$  mm in the asymptomatic foot of patients with lateral IPF [12]. In patients with an HRUS diagnosis of IPF, we also evaluated the presence of perifascial oedema, characterised by loss of definition of the fascial borders and hypoechogenicity of the neighbouring soft tissues. All patients gave their written informed consent after receiving information about the purposes of the study and a description of the procedures involved. Approval of the study by the ethics committee was not sought in view of the Helsinki Declaration principles and because the minimally invasive treatments used are well-established treatments for IPF.

Patients with an HRUS diagnosis of plantar fasciitis who gave their informed consent were divided into two groups according to the presence (A) or absence (B) of perifascial oedema.

The two groups were then further subdivided on the basis of the treatment performed: (1) US-guided corticosteroid injection and (2) US-guided ESWT. Allocation of patients to either of the two subgroups was performed by randomisation list. Four subgroups were thus obtained: A1, IPF with perifascial oedema treated with corticosteroid injection; A2, IPF without perifascial oedema treated with corticosteroid injection; B1, IPF without perifascial oedema treated with ESWT; and B2, IPF with perifascial oedema treated with ESWT. Inclusion and exclusion criteria were the same for all groups. Inclusion criteria were: 1) age >18 years, 2) heel pain for at least 8 weeks, 3) HRUS diagnosis of plantar fasciitis. Exclusion criteria were: 1) previous traumatic heel disorders, 2) systemic disease

## Materiali e metodi

*In un periodo di 18 mesi, 87 pazienti con diagnosi clinica di talalgia monolaterale trattata in modo conservativo (antinfiammatori non-steroidi e heel cup) per almeno 8 settimane secondo prescrizione medica generica con risultati terapeutici non soddisfacenti sono stati sottoposti a visita fisiatrica (T0). Durante questa sono stati effettuati la raccolta dell'anamnesi mirata al sintomo dolore, con particolare riferimento alla sua durata e modalità di comparsa, e l'esame clinico con la determinazione dell'indice di massa corporea (BMI). Il dolore è stato quantizzato attraverso una visual analogue scale (VAS) facendo indicare al paziente su una scala suddivisa in 10 punti, da 1 (nessun dolore) a 10 (dolore massimo), l'entità del dolore percepito.*

*Tutti i pazienti per validare la diagnosi clinica specialistica sono stati sottoposti ad HRUS nella medesima giornata della visita fisiatrica. Lo studio HRUS mirato alla detezione dei pazienti con FPI e alla diagnosi differenziale è stato eseguito in cieco dallo stesso radiologo (A.I.) non a conoscenza della clinica ed in particolare del lato affetto e del punteggio VAS. È stata utilizzata un'apparecchiatura Tecnos (Esaote Biomedica, Genova, Italia) utilizzando una sonda lineare multifrequenza (5–12 MHz) ad elevata risoluzione. Durante l'HRUS i pazienti decombevano in posizione prona con i piedi poggiati sul lettino e le caviglie in dorsiflessione. Il fuoco è stato adattato alla profondità della fascia plantare ed i guadagni sono stati regolati da caso a caso. L'HRUS è stata effettuata su entrambe le fasce plantari, quella del lato affetto e quella del lato asintomatico. È stata posta la diagnosi ecografica di FPI in presenza dei seguenti segni: 1) incremento dello spessore superiore a 5 mm; 2) morfologia biconvessa; 3) alterazioni ecostrutturali della fascia: ipoecogenicità, disomogeneità e ridotta definizione dei margini. La misurazione dello spessore della fascia plantare è stata effettuata mediante l'utilizzo dei calipers elettronici a circa 1 cm dall'inserzione calcaneare. Normalmente la fascia plantare si presenta come una banda iperecogena a struttura fibrillare, con margini netti e regolari rappresentati da due bande iperecogene, e uno spessore inferiore a 4 mm [11]. È stato scelto uno spessore della fascia plantare >5 mm in considerazione del riscontro effettuato da Tsai et al. [11], i quali hanno osservato nel piede asintomatico di pazienti con FPI monolaterale uno spessore della fascia plantare di  $3.83 \pm 0.72$  mm [12]. Nei pazienti con diagnosi HRUS di FPI è stata valutata inoltre la presenza di edema perifasciale caratterizzato da sfumatura dei margini della fascia plantare con ipoecogenicità dei tessuti molli limitrofi. I pazienti informati degli scopi dello studio e delle modalità operative delle varie procedure hanno fornito in forma scritta il proprio consenso informato a partecipare allo studio; in considerazione del rispetto delle norme della dichiarazione di Helsinki ed essendo le due ti-*

(seronegative spondylitis, gout, rheumatoid arthritis, psoriatic arthritis, Reiter's syndrome, etc.), 3) heel surgery, 4) severe degenerative disease of the lumbosacral spine (herniated intervertebral disc; spinal canal stenosis), 5) contraindications for ESWT (pregnancy, pacemaker, coagulation disorders, etc.), 6) heel infection or malignancy, 7) previous local treatment (ESWT or steroid injection).

The same US equipment used for the diagnosis was employed to guide all procedures (corticosteroid injection and ESWT). US-guided corticosteroid injection was performed using the guide connected to the transducer and electronic tracking software. We used a 20-gauge spinal needle connected to a 5-ml syringe filled with 1 ml of methylprednisolone (Depo-Medrol 40 mg, Pharmacia NV/SA, Puurs, Belgium) mixed with 0.6 ml of mepivacaine hydrochloride (Carbocaine 3%, Astra-Zeneca, Milan, Italy). The skin was sterilised with iodine, and the needle inserted through a plantar approach with oblique caudocranial and anteroposterior inclination during real-time sonographic monitoring. The tip of the needle was inserted in the plantar fascia, and the corticosteroid was slowly injected within the fascia and, after partially withdrawing the needle tip, between the fascia and the fat pad. ESWT was carried out under US guidance to locate the calcaneal insertion of the plantar fascia and to position the shock wave focus. Four sessions of ESWT were carried out at weekly intervals with delivery of 2,000 shock waves of 0.03 mJ/mm<sup>2</sup> to the affected area via a piezoelectric device (Piezoson 100, Richard Wolf, Knittlingen, Germany) provided with a cylindrical probe and parabolic focus.

Clinical and sonographic follow-up was performed 6 weeks after treatment (T1). The clinical follow-up focused on pain and changes on the VAS score. Sonographic follow-up was carried out after the clinical examination. All US examinations were performed by a single operator (AI), who was blinded to possible clinical improvements. US equipment was the same as that used for diagnosis and guidance. Sonograms were assessed for changes in fascial thickness and echostructure and the development of complications (fascial rupture; fat pad atrophy). VAS scores and fascial thickness measurements were recorded as mean±standard deviation (SD). Clinical improvement was defined as a significant reduction in VAS score to values lower than 4±0.5.

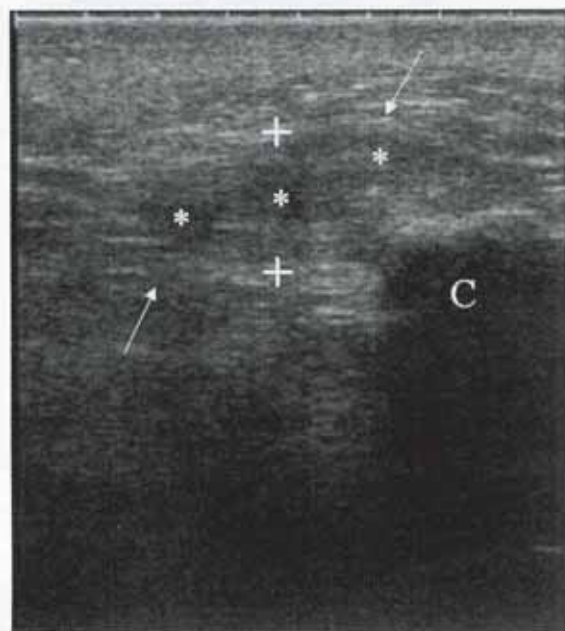
## Results

All patients presented with the typical symptoms of heel pain during the first few steps after rest or on rising in the morning, which worsens progressively with increased activity. Mean duration of symptoms on presentation was approximately 4 months, with a mean VAS score of 7.4±0.6 at T0; mean BMI was 27.9 kg/m<sup>2</sup>. HRUS confirmed the diagnosis of plantar fasciitis in 60/87 patients (68.97%); 34 women (mean age 56±2.4 years) and 26 men (mean age 52±3.7 years). The right heel was affected in 33 patients

and the left heel in 27 patients. The diagnosis of plantar fasciitis was confirmed by HRUS in 60/87 patients (68.97%). The diagnosis of plantar fasciitis was confirmed by HRUS in 60/87 patients (68.97%).

*I pazienti con diagnosi HRUS di fascite plantare che hanno aderito ai propositi dello studio sono stati suddivisi in due gruppi in base alla presenza (A) o assenza (B) di edema perifasciale. Sia il gruppo A che il B sono stati divisi in base al trattamento eseguito in due sottogruppi: 1) infiltrazioni ecoguidate di corticosteroidi e 2) ESWT con puntamento ecografico. L'assegnazione dei pazienti ad uno dei due sottogruppi è avvenuta in modo random utilizzando le tabelle di randomizzazione. Sono stati ottenuti quindi 4 sottogruppi: A1, FPI con edema perifasciale trattata con iniezione di corticosteroidi; A2, FPI senza edema perifasciale tratta con ESWT; B1, FPI senza edema perifasciale trattata con iniezione di corticosteroidi; e B2, FPI con edema perifasciale tratta con ESWT. Per tutti i gruppi sono stati utilizzati gli stessi criteri di eleggibilità e di esclusione. I criteri di eleggibilità sono stati: 1) età ≥18 anni; 2) dolore al tallone da almeno 8 settimane; 3) conferma HRUS di fascite plantare. I criteri di esclusione sono stati: 1) anamnesi di patologia traumatica pregressa del tallone; 2) anamnesi di patologia sistemica (spondilite sieronegative, gotta, artrite reumatoide, artrite psoriasica, sindrome di Reiter, ecc.); 3) interventi chirurgici al tallone; 4) severa patologia degenerativa del rachide lombo-sacrale (ernie del disco; stenosi del canale rachideo); 5) controindicazioni all'ESWT (gravidanza, pacemaker, patologie della coagulazione, ecc.); 6) patologia infettiva o tumorale del tallone; 7) pregresse terapie locali (ESWT o iniezioni di corticosteroidi).*

*Per tutti i trattamenti (iniezioni di corticosteroidi e ESWT) è stata utilizzata la medesima apparecchiatura ecografica, la stessa precedentemente utilizzata per la diagnosi HRUS. Le infiltrazioni ecoguidate di corticosteroidi sono state eseguite utilizzando la guida connessa alla sonda ecografica e il software di puntamento elettronico al monitor. È stato usato un ago spinale da 20 G connesso ad una siringa da 5 ml con 1 ml di sospensione acquosa di metil-prednisolone acetato (Depo-medrol 40 mg, Pharmacia NV/SA, Puurs, Belgio) misto a 0,6 ml soluzione iniettabile di mepivacaina cloridrato (Carbocaine 3%, Astra-Zeneca, Milano, Italia). La cute è stata sterilizzata con tintura iodica. È stato impiegato un approccio plantare con inclinazione dell'ago obliqua caudo-craniale e antero-posteriore e sono stati utilizzati la guida connessa alla sonda ecografica e la traccia elettronica della guida da biopsia visualizzata sul monitor dell'ecografo. La punta dell'ago è stata posizionata all'interno della fascia plantare. Il corticosteroide è stato rilasciato per la maggior parte gradualmente nel contesto della fascia e dopo parziale retrazione della punta dell'ago tra la fascia ed il cuscinetto adiposo. Il trattamento ESWT è stato eseguito dopo puntamento ecoguidato fina-*



**Fig. 1** Longitudinal high-resolution ultrasonography (HRUS) scan of the inferior calcaneal region. Plantar fasciitis with thickening (crosses) and heterogeneous hypoechogenicity (asterisks) of the plantar fascia, perifascial oedema with loss of distinction of margins and hypoechogenicity of the surrounding soft tissues (arrows) is also seen. C, calcaneus.

**Fig. 1** Scansione ecografica longitudinale della regione calcaneare inferiore. Fascite plantare, caratterizzata da ispessimento (croci) e disomogenea ipoecogenicità (asterischi) della fascia plantare, coesiste edema perifasciale, caratterizzato da sfumatura dei margini e ipoecogenicità dei tessuti molli limitrofi (freccie). C, calcagno.

(55%) and the left in 27 patients (45%). Mean VAS score was  $7.2 \pm 0.7$ , and mean fascial thickness on the affected side was  $5.8 \pm 0.7$  mm. Among the 27/87 patients (31.03%) without HRUS confirmation of plantar fasciitis, the examination showed Achilles tendon enthesopathy associated with retrocalcaneal bursitis in 15 cases. In the remaining 12 cases, the diagnosis was established with MRI, which revealed osteochondropathy of the subastragalar joint in eight cases, inflammation of the calcaneal fat pad in two cases and a calcaneal stress fracture in two cases. Perifascial oedema was detected in 32 cases (53.33%) (Fig. 1). There were no significant differences in age, BMI, VAS score or plantar fascia thickness on the symptomatic side among the four subgroups (A1, A2, B1 and B2). On the asymptomatic side, US revealed no alterations in the echostructure of the plantar fascia, which always appeared hyperechoic with a fibrillary pattern and had a mean thickness of  $3.6 \pm 0.6$  mm. All patients with an HRUS diagnosis of IPF met the inclusion criteria, gave their consent to participate in the study, and were thus enrolled (60/60).

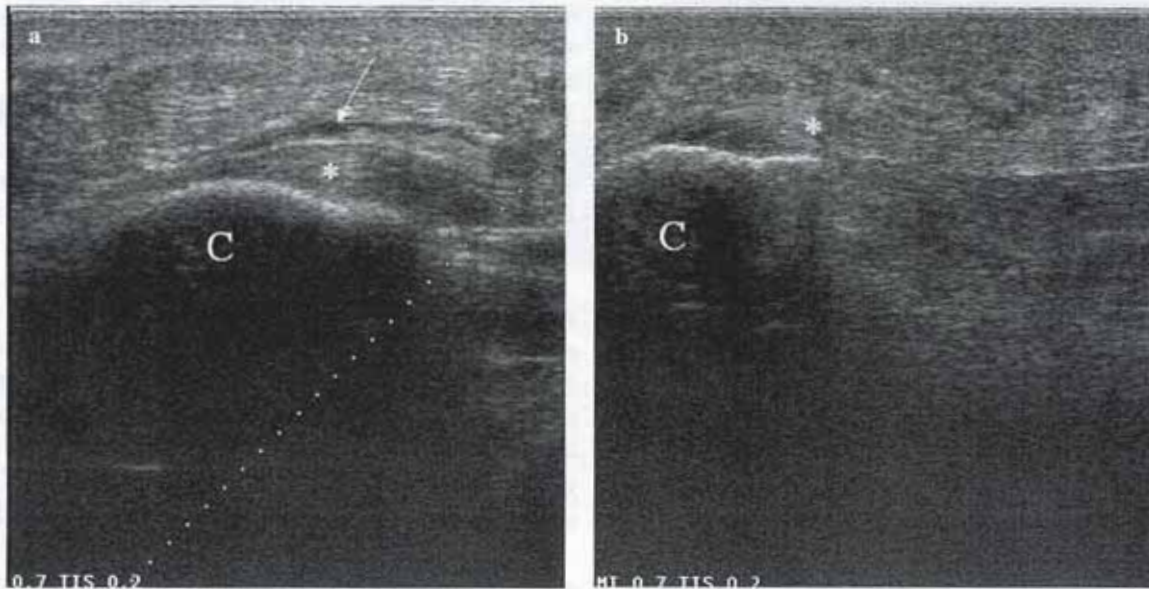
Among the patients with perifascial oedema, clinical improvements were observed in 14/16 cases in subgroup A1 with significant reduction in VAS scores ( $3 \pm 0.4$ ) (87.5%), and in 6/16 cases (37.5%) in subgroup A2 with VAS scores of  $4 \pm 0.3$ . HRUS revealed a reduction in fascial thickness up

lizzato alla localizzazione della regione inserzionale calcaneare della fascia plantare e alla focalizzazione della profondità di trattamento. Sono state effettuate 4 sedute, una alla settimana, somministrando 2000 impulsi con una media di  $0,03 \text{ mJ/mm}^2$  nell'area del trattamento utilizzando un apparecchiatura piezoelettrica (Piezoson 100, Richard Wolf, Knittlingen, Germania) con sonda cilindrica e fuoco parabolico.

La rivalutazione clinico-strumentale dopo terapia è stata eseguita a 6 settimane (T1). La rivalutazione clinica è stata mirata al sintomo dolore e alla variazione del suo punteggio VAS. La rivalutazione strumentale è stata effettuata, dopo la visita fisiatrica, con l'HRUS eseguita in cieco dal medesimo operatore (A.I.) non a conoscenza dell'eventuale miglioramento clinico, con la medesima apparecchiatura ecografica, precedentemente utilizzata per la diagnostica e la guida ai trattamenti, valutando la variazione dello spessore e dell'ecostruttura della fascia plantare e la comparsa di eventuali complicanze (rottura della fascia; atrofia del cuscinetto adiposo plantare). Le misure del VAS e dello spessore della fascia plantare sono state riportate come valore medio  $\pm$  deviazione standard. Il miglioramento clinico è stato giudicato efficace per riduzioni significative del VAS con valori inferiori a  $4 \pm 0,5$ .

## Risultati

Tutti i pazienti riferivano una sintomatologia tipica, caratterizzata da dolore al tallone con i primi passi dopo il riposo o insorgente al mattino; questo inoltre si acuisce durante l'attività motoria in modo esponenziale alla durata della stessa. La durata media dei sintomi alla presentazione era di circa 4 mesi con un VAS medio a T0 di  $7,4 \pm 0,6$ ; il BMI medio era di  $27,9 \text{ kg/m}^2$ . L'HRUS ha posto diagnosi di fascite plantare in 60/87 pazienti (68,97%), 34 donne (età media  $56 \pm 2,4$  anni) e 26 uomini (età media  $52 \pm 3,7$  anni). Il lato affetto era il destro in 33 pazienti (55%) ed il sinistro in 27 pazienti (45%), il VAS medio era di  $7,2 \pm 0,7$  e lo spessore della fascia plantare nel lato affetto era di  $5,8 \pm 0,7$  mm. Nei 27/87 pazienti (31,03%) in cui non è stata posta all'HRUS diagnosi di fascite plantare in 15 casi all'HRUS è stata evidenziata una entesopatia inserzionale del tendine achilleo associata a borsite retrocalcaneare; nei restanti 12 casi è stata posta una diagnosi eziologia solo ricorrendo all'integrazione RM che ha evidenziato in 8 casi una osteochondropatia della sottoastragalarica, in 2 casi una flogosi del cuscinetto adiposo calcaneare e in 2 casi una frattura da stress del calcagno. L'edema perifasciale è stato evidenziato in 32 casi (53,33%) (Fig. 1). Nei quattro sottogruppi (A1, A2, B1 e B2) non sono state evidenziate differenze significative di età, BMI, VAS e spessore della fascia plantare nel la-



**Fig. 2a,b** Longitudinal high-resolution ultrasonography (HRUS) scans of the inferior calcaneal region. Plantar fasciitis with perifascial oedema before (a) and 6 weeks after (b) US-guided corticosteroid injection. Thinning and reduced hypoechoogenicity of the plantar fascia with better definition of the fascial margins and surrounding soft tissues. C, calcaneus; asterisk, plantar fascia; arrow, perifascial oedema.

**Fig. 2a,b** Scansioni ecografiche longitudinali della regione calcaneare inferiore. Fascite plantare con edema perifasciale a prima e b 6 settimane dopo trattamento ecoguidato con iniezioni di corticosteroidi: riduzione dello spessore e dell'ipoecogenicità della fascia plantare con scomparsa della sfumatura dei margini fasciali e dei tessuti molli limitrofi. C, calcagno; asterisco, fascia plantare; freccia, edema perifasciale.

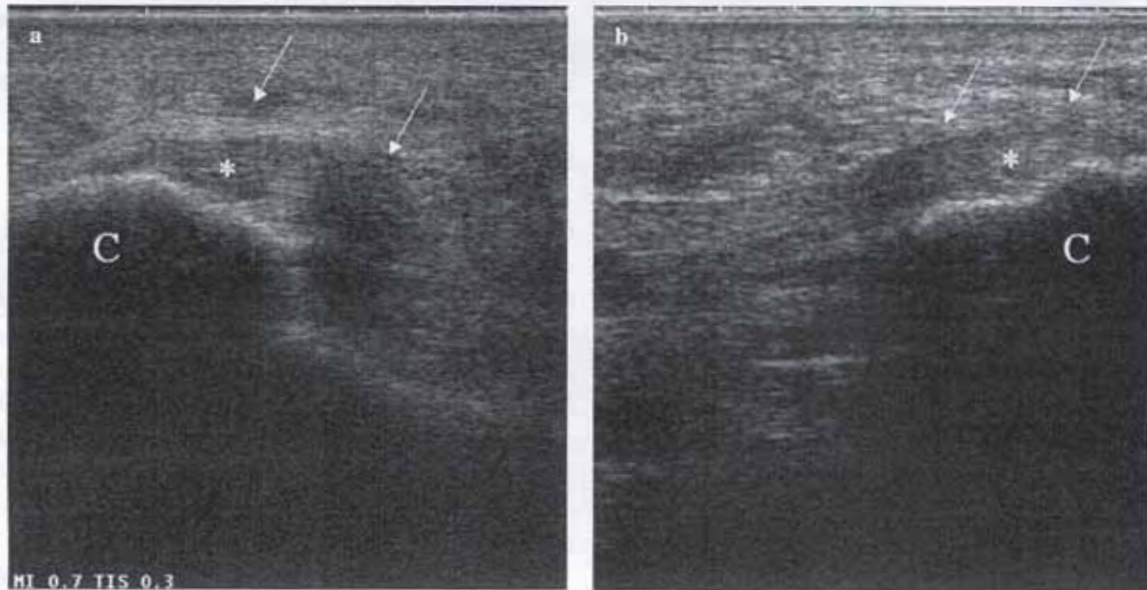
to  $4.3 \pm 0.4$  mm (Fig. 2) and  $4.6 \pm 0.6$  mm (Fig. 3) in groups A1 and A2, respectively. Additionally, patients with significant clinical improvement in group A2 showed persistence of moderate perifascial oedema. Among patients without perifascial oedema, clinical improvements were seen in 5/15 cases (35.71%) in subgroup B1 with significant reduction in VAS scores ( $3.8 \pm 0.6$ ), and in 13/15 cases (92.85%) in subgroup B2 with VAS scores of  $3.2 \pm 0.7$ . HRUS revealed a reduction in fascial thickness up to  $4.6 \pm 0.4$  mm (Fig. 4) and up to  $4 \pm 0.3$  mm (Fig. 5) in groups B1 and B2, respectively. None of the patients in group A or group B developed complications. No significant clinical improvement was obtained in 12.5% of patients in subgroup A1, in 62.5% of those in A2, in 64.29% of those in B1 and in 7.15% of those in B2.

## Discussion

Plantar fasciitis refers to inflammation of the plantar fascia and surrounding structures. It may be idiopathic or related to systemic diseases (rheumatoid arthritis, seronegative spondylitis, etc.) or injuries [13]. Plantar fasciitis is a common disorder in middle-age adults, and men and women are affected equally [4]. It is very frequent among obese subjects and athletes. The physical activities most frequently associated with IPF are running, dancing, tennis and basketball [14]. Histology has revealed a variety of changes, such as collagen necrosis, chondroid metaplasia and matrix calci-

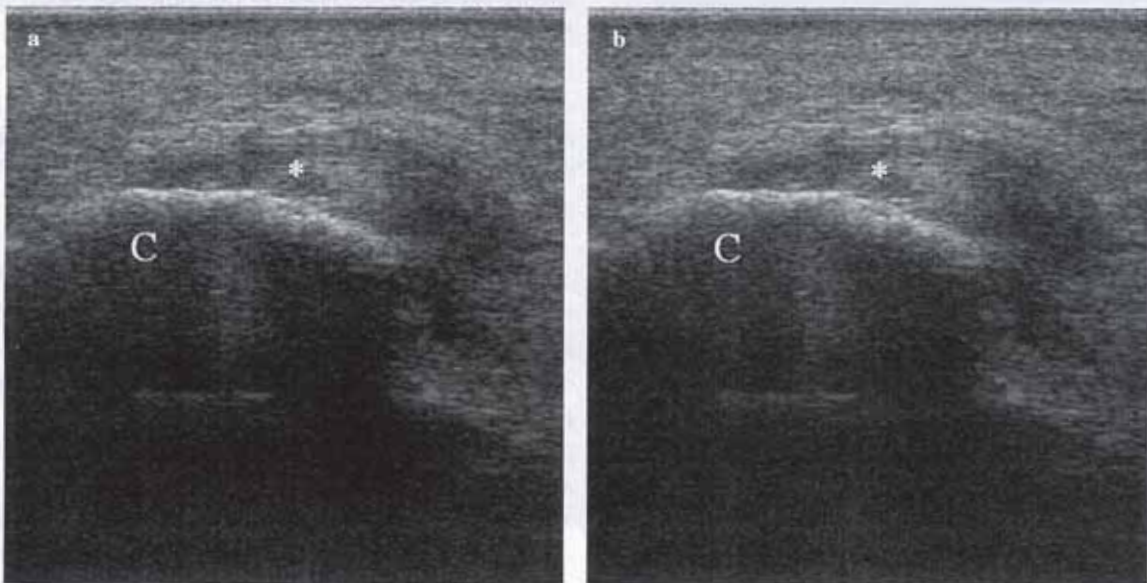
to sintomatico. Nel lato asintomatico non sono state evidenziate alterazioni dell'ecostruttura, che si è mostrata sempre iperecogena con struttura fibrillare ed è stato rilevato uno spessore medio della fascia plantare di  $3.6 \pm 0.6$  mm. Tutti i pazienti con diagnosi HRUS di FPI hanno aderito allo studio e rispondendo ai criteri di eleggibilità e a nessuno dei criteri di esclusione; e pertanto sono stati reclutati tutti 60/60.

Nei pazienti con edema perifasciale, nel sottogruppo A1 è stato evidenziato un miglioramento clinico con riduzione significativa del VAS ( $3 \pm 0.4$ ) in 14/16 casi (87.5%) e nel sottogruppo A2 in 6/16 casi (37.5%) con VAS di  $4 \pm 0.3$ . L'HRUS ha evidenziato una riduzione dello spessore della fascia plantare fino a  $4.3 \pm 0.4$  mm (Fig. 2) e  $4.6 \pm 0.6$  mm (Fig. 3), rispettivamente, nei gruppi A1 e A2. Nel gruppo A2 è stata evidenziata inoltre nei casi con miglioramento clinico significativo la persistenza di un modesto edema perifasciale. Nei pazienti senza edema perifasciale, nel sottogruppo B1 è stato evidenziato un miglioramento clinico con riduzione del VAS ( $3.8 \pm 0.6$ ) in 5/15 casi (35.71%) e nel sottogruppo B2 è stato evidenziato in 13/15 casi (92.85%) con VAS di  $3.2 \pm 0.7$ . L'HRUS ha evidenziato una riduzione dello spessore della fascia plantare fino a  $4.6 \pm 0.4$  mm (Fig. 4) e  $4 \pm 0.3$  mm (Fig. 5), rispettivamente, nei gruppi B1 e B2. Sia nei pazienti del gruppo A che in quelli del gruppo B non sono state evidenziate complicanze. Nel 12.5% dei pazienti del gruppo A1, nel 62.5% di quelli del gruppo A2, nel 64.29% di quelli del gruppo B1 e



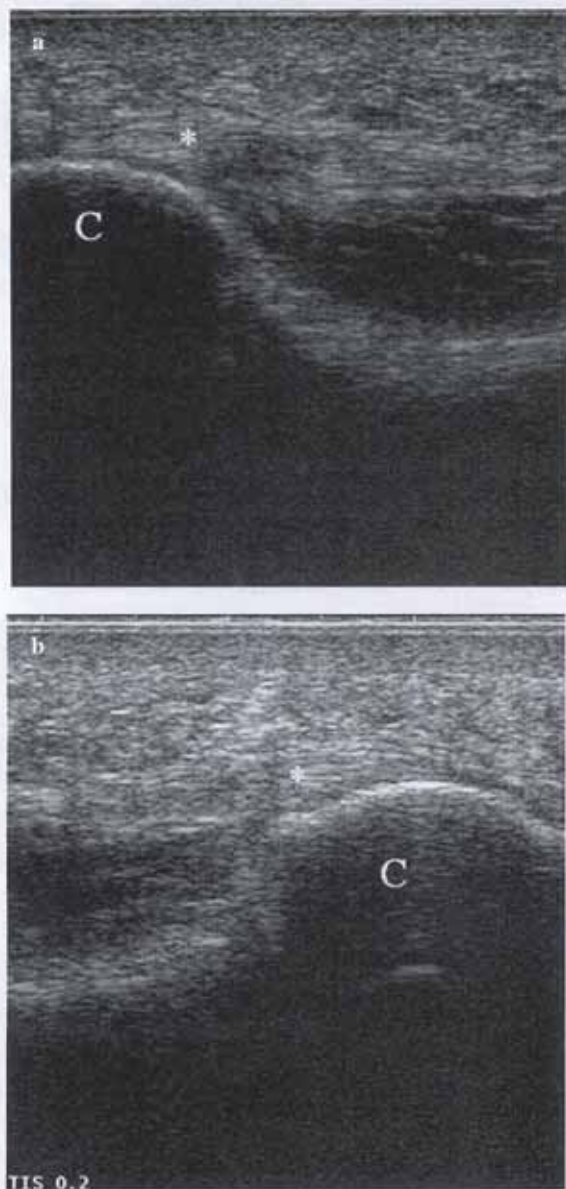
**Fig. 3a,b** Longitudinal high-resolution ultrasonography (HRUS) scans of the inferior calcaneal region. Plantar fasciitis with per fascial oedema before (a) and 6 weeks after (b) US-guided extracorporeal shock wave therapy (ESWT). Moderate thinning and reduced hypoechoogenicity of the plantar fascia with better definition of fascial margins and surrounding soft tissues. C, calcaneus; asterisk, plantar fascia; arrows, per fascial oedema.

*Fig. 3a,b* Scansioni ecografiche longitudinali della regione calcaneare inferiore. Fascite plantare con edema per fasciale a prima e b 6 settimane dopo trattamento ecoguidato con ESWT: modesta riduzione dello spessore e dell'ipoecogenicità della fascia plantare con riduzione della sfumatura dei margini fasciali e dei tessuti molli limitrofi. C, calcagno; asterisco, fascia plantare; frecce, edema per fasciale.



**Fig. 4a,b** Longitudinal high-resolution ultrasonography (HRUS) scans of the inferior calcaneal region. Plantar fasciitis without per fascial oedema before (a) and 6 weeks after (b) US-guided corticosteroid injection. Moderate thinning and reduced hypoechoogenicity of the plantar fascia. C, calcaneus; asterisk, plantar fascia.

*Fig. 4a,b* Scansioni ecografiche longitudinali della regione calcaneare inferiore. Fascite plantare senza edema per fasciale a prima e b 6 settimane dopo trattamento ecoguidato con iniezione di corticosteroidi: modesta riduzione dello spessore e dell'ipoecogenicità della fascia plantare. C, calcagno; asterisco, fascia plantare.



**Fig. 5a,b** Longitudinal high-resolution ultrasonography (HRUS) scans of the inferior calcaneal region. Plantar fasciitis without perifascial oedema before (a) and 6 weeks after (b) US-guided extracorporeal shock wave therapy (ESWT). Thinning and reduced hypoechogenicity of the plantar fascia. C, calcaneus; asterisk, plantar fascia.

**Fig. 5a,b** Scansioni ecografiche longitudinali della regione calcaneare inferiore. Fascite plantare senza edema perifasciale a prima e b 6 settimane dopo trattamento ecoguidato con ESWT: riduzione dello spessore e dell'ipoechogenicità della fascia plantare. C, calcagno; asterisco, fascia plantare.

fication – all factors suggesting repetitive strain and degenerative processes [15]. Clinical assessment is usually reliable in diagnosing plantar fasciitis, as confirmed by our study. The differential diagnosis includes subcalcaneal bursitis, calcaneal stress fracture, tarsal tunnel syndrome and calcaneal osteomyelitis [12]. HRUS is an inexpensive, dynamic and noninvasive modality that does not use ionising

nel 7,15% di quelli del gruppo B2 non è stato ottenuto un significativo miglioramento clinico.

## Discussione

La fascite plantare è la flogosi della fascia plantare e delle strutture limitrofe; può essere idiopatica o correlata a patologia sistemica (artrite reumatoide, spondilite sieronegative, ecc.) o a trauma [13]. È una patologia comune nell'età media senza una particolare predilezione di sesso [4]. La sua incidenza è molto frequente negli obesi e negli atleti. Le attività sportive maggiormente correlate sono la corsa, la danza, il tennis ed il basket [14]. L'istologia ha mostrato alterazioni abbastanza varie come la necrosi delle fibre collagene, la metaplasia condroide e la calcificazione della matrice, che suggeriscono il ripetersi di tensione e processi degenerativi [15]. La valutazione clinica è nella maggior parte dei casi molto affidabile nella diagnosi di fascite plantare, come mostrato anche nel nostro studio. La diagnosi differenziale comprende la borsite sotto-calcaneare, la frattura da stress del calcagno, la sindrome del tunnel tarsale e l'osteomielite del calcagno [12]. L'HRUS è una metodica dinamica, a basso costo, non invasiva, che non utilizza radiazioni ionizzanti, molto affidabile nell'identificazione della FPI. Tale metodica consente inoltre la guida al trattamento eseguito con iniezioni di corticosteroidi o con ESWT. Nel nostro studio è stata posta la diagnosi HRUS di fascite plantare in 60 su 87 pazienti (68,97%) e nel 53,33% di essi è stata evidenziato un edema perifasciale.

In letteratura ad oggi non sono stati codificati precisi criteri HRUS che indirizzino, nei casi recalcitranti alla terapia conservativa, la scelta verso uno dei trattamenti mini-invasivi (iniezioni di corticosteroidi o ESWT). Le iniezioni di corticosteroidi nel tallone sono utilizzate abitualmente per la terapia della sintomatologia algica e i trattamenti possono essere eseguiti con tecnica palpatoria o ecoguidata [2, 9]. Quest'ultima presenta una minore percentuale di ricaduta, 1 caso su 12 contro i 6/13 della tecnica palpatoria, con ridotta ricorrenza del dolore e riduzione della necessità di ripetere il trattamento [9]. La tecnica ecoguidata consente la visualizzazione diretta in tempo reale della fascia plantare, del posizionamento della punta dell'ago e del rilascio mirato dei corticosteroidi. Nell'inserimento dell'ago sono stati descritti fondamentalmente due approcci, posteriore [9] e mediale [2]. Nel nostro studio abbiamo utilizzato un approccio plantare con inclinazione dell'ago obliqua caudo-craniale e antero-posteriore, inoltre abbiamo impiegato la guida connessa alla sonda ecografica e la traccia elettronica della guida da biopsia visualizzata sul



radiation and is very reliable in identifying IPF. HRUS also provides guidance during treatment with corticosteroid injection or ESWT. In our study, HRUS confirmed the diagnosis of plantar fasciitis in 60 out of 87 (68.97%) patients, and in 53.33% of them, it revealed perifascial oedema.

To date, no definite sonographic criteria have been identified to assist in selecting between steroid injection and ESWT in patients not responding to conservative therapy. Corticosteroid injection into the heel is commonly employed for pain control, and the injection may be carried out under palpation or US guidance [2, 9]. US-guided procedures are associated with lower recurrence rates (1/12 vs. 6/13 for palpation), with reduced pain recurrence and less need for repeat procedures [9]. The US-guided technique allows direct real-time viewing of the plantar fascia and monitoring of needle-tip position and corticosteroid delivery. As for needle insertion, two main approaches – posterior [9] and medial [2] – have been described. In our study, we used a plantar approach with oblique caudocranial and antero-posterior needle inclination, with the guide connected to the US transducer and on-screen tracking of the biopsy guide. Several authors have emphasised the effectiveness of corticosteroid treatment with US guidance, with significant reduction in VAS scores and thickness of the plantar fascia seen at follow-up at 3 months [2, 9]. In a study using palpation-guidance, Genc et al. reported positive results at follow-up, even after 6 months [15]. In our study, 87.5% of patients in subgroup A1 – with perifascial oedema – responded well to the treatment, showing reduced mean VAS score and reduced fascial thickness, whereas only 35.71% of patients in subgroup B1 – without perifascial oedema – responded positively. Treatment with corticosteroid injection thus proved to be more beneficial in subgroup A1 as a result of the anti-inflammatory action of corticosteroids helping reduce the perifascial oedema caused by the chronic inflammation underlying fascial hypertrophy.

A number of studies have investigated the effectiveness of ESWT, with conflicting results. In a randomised double-blind controlled study, Buchbinder et al. found no evidence of the efficacy of ESWT in the treatment of plantar fasciitis at follow-up after 6 and 12 weeks [7]. Conversely, other, statistically less rigorous studies, by Hyer et al. [6] (follow-up after 125 days) and Hammer et al. [9] (follow-up after 6 months), reported statistically significant results, with reduction of pain and thinning of the plantar fascia. In our study, 92.85% of patients in subgroup B2 (without perifascial oedema) showed a good response to the treatment, with reduced mean VAS scores and thinning of the plantar fascia, whereas only 37.5% of those in group A2 (with perifascial oedema) responded well. Treatment with ESWT thus proved to be more useful in subgroup B2.

The mechanism of action of ESWT in musculoskeletal disorders is still uncertain. Shock waves are thought to act by stimulating or reactivating the healing process, probably by disrupting avascular or hypovascular tissues to encour-

*monitor dell'ecografo. Molti autori hanno evidenziato l'efficacia del trattamento con corticosteroidi eseguito con tecnica ecoguidata con significativa riduzione del VAS e dello spessore della fascia plantare alla rivalutazione a 3 mesi [2, 9]. In uno studio di Genc et al., utilizzando la tecnica palpatoria, hanno evidenziato risultati positivi alla rivalutazione anche a 6 mesi [15]. Nel nostro studio, nel sottogruppo A1, con edema perifasciale, abbiamo evidenziato una buona risposta al trattamento con riduzione del VAS medio e dello spessore della fascia plantare nel 87,5% dei casi mentre nei pazienti del gruppo B1, senza edema perifasciale, abbiamo evidenziato una buona risposta al trattamento con riduzione del medio e dello spessore della fascia plantare soltanto nel 35,71%. Pertanto il trattamento con iniezioni di corticosteroidi si è mostrato di maggiore utilità nel sottogruppo A1, ciò è da attribuire all'azione antinfiammatoria dei corticosteroidi che operano nella riduzione dell'edema perifasciale espressione del processo flogistico cronico alla base dell'ipertrofia della fascia.*

*Sono stati effettuati vari studi sull'efficacia del trattamento con ESWT con risultati contrastanti. In uno studio a doppio cieco controllato randomizzato, Buchbinder et al. [7] affermano la mancata evidenza di risultati che supportino l'efficacia dell'ESWT nel trattamento della fascite plantare alle rivalutazioni a 6 e 12 settimane. Al contrario, in altri studi non condotti con lo stesso rigore statistico, Hyer et al. [6], con rivalutazione media a 125 giorni, e Hammer et al. [9], con rivalutazione a 6 mesi, affermano di avere ottenuto risultati statisticamente significativi con riduzione del dolore e dello spessore della fascia plantare. Nel nostro studio, nel gruppo B2, senza edema perifasciale, abbiamo evidenziato una buona risposta al trattamento con riduzione del VAS medio e dello spessore della fascia plantare nel 92,85% dei casi mentre nei pazienti del gruppo A2, con edema perifasciale, abbiamo evidenziato una buona risposta al trattamento con riduzione del VAS medio e dello spessore della fascia plantare soltanto nel 37,5%.*

*Il trattamento con ESWT si è mostrato di maggiore utilità nel sottogruppo B2. Il meccanismo d'azione dell'ESWT nella terapia della patologia muscolo-scheletrica rimane tuttora incerto. Si suppone che esse agiscano stimolando o riattivando i processi di guarigione, probabilmente attraverso la rottura di aree tissutali avascolari o ipovascolari incoraggiandone la rivascolarizzazione, il rilascio locale di fattori di crescita e il reclutamento di appropriate cellule staminali che contribuiscono a una più normale guarigione tissutale [16]. L'HURS è un efficace strumento diagnostico per la patologia della fascia plantare e diventa fondamentale quando si deve avviare il paziente ad una delle due tecniche terapeutiche mini-invasive, l'ESWT e le infiltrazioni con corticosteroidi.*

age revascularisation, releasing local growth factors and recruiting appropriate stem cells conducive to more normal tissue healing [16]. An effective tool in the diagnosis of plantar fascia disorders, HRUS becomes fundamental in selecting patients for ESWT or corticosteroid injection.

Our study has some limitations: (1) small size of the study population, which does not allow for statistical validation, (2) the assumption, shared by other authors, that steroid injection is effective even though, as noted by Wong et al. [17], there is no evidence of its therapeutic effect in IPF and (3) the absence of a control group receiving only conservative therapy to demonstrate that the clinical improvements were the effect of the minimally invasive treatments rather than part of the natural history and evolution of the disease.

## Conclusions

In conclusion, despite these limitations, the results of our preliminary study indicate that perifascial oedema is a sonographic sign that can help select patients for one of the two treatment techniques. If oedema is present, the choice should fall on corticosteroid injection, whereas if it is absent, ESWT should be preferred.

*I limiti del nostro studio sono: 1) la limitata popolazione valutata, che non consente una validazione statistica; 2) l'assunzione come già fatto da altri autori dell'efficacia della terapia infiltrativa steroidea, nonostante, come affermato da Wong et al. [17], non esista una comprovata evidenza terapeutica nel trattamento della FPI; 3) l'assenza di un gruppo controllo non sottoposto ad una delle due terapie mini-invasive ma a terapia conservativa per attestare che il miglioramento clinico è correlato alla terapia e non all'evoluzione naturale della patologia.*

## Conclusioni

*In conclusione, nonostante i limiti sopra citati, in base ai risultati del nostro studio preliminare è possibile affermare che l'edema perifasciale è un segno ecografico che può indirizzare la scelta terapeutica verso una delle due tecniche. Quando questo viene rilevato la scelta dovrebbe ricadere sulle infiltrazioni con corticosteroidi, viceversa quando è assente bisognerebbe avviare il paziente al trattamento con ESWT.*

## References/Bibliografia

1. Odzimir H, Yilmaz E, Murat A et al (2005) Sonography evaluation of plantar fasciitis and relation to body mass index. *Eur J Rad* 54:443–447
2. Kane D, Greaney T, Shanahan M et al (2001) The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. *Rheumatology* 40:1002–1008
3. Furey J (1975) Plantar fasciitis. *J Bone Joint Surg Am* 57:672–673
4. Gill LH, Kiebzak GM (1996) Outcome of non surgical treatment for plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 17:527–532
5. Sabir N, Demirlenk S, Yagci B et al (2005) Clinical utility of sonography in diagnosis of plantar fasciitis. *J Ultrasound Med* 24:1041–1048
6. Hyer CF, VanCourt R, Block A (2005) Evaluation of ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of chronic plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg* 44:137–143
7. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J et al (2002) Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. *JAMA* 288:1364–1372
8. Tsai C-W, Wang C-L, Tang F-T et al (2000) Treatment of proximal plantar fasciitis with ultrasound-guided steroid injection. *Arch Phys Med Rehabil* 81:1416–1421
9. Hammer DS, Adam F, Kreutz A et al (2005) Ultrasonographic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy. *Arch Orthop Trauma Surg* 125:6–9
10. Cardinal E, Chhem RK, Beauregard CG et al (1996) Plantar fasciitis: sonographic evaluation. *Radiology* 201:257–259
11. Tsai C-W, Chiung M-F, Wang C-L et al (2000) Ultrasound evaluation in plantar fasciitis. *Scand J Rheumatol* 29:255–259
12. Gibbon WW, Long G (1999) Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia). *Skeletal Radiol* 28:21–26
13. Akfirat M, Sen C, Gunes T (2003) Ultrasonographic appearance of the plantar fasciitis. *J Clin Imaging* 27:353–357
14. Snider MP, Clancy WG, McBeth AA (1983) Plantar fascia release for chronic plantar fasciitis in runners. *Am J Sports Med* 11:215–219
15. Genc H, Saracoglu M, Nacir B et al (2005) Long-term ultrasonographic follow-up of plantar fasciitis patients treated with steroid injection. *J Bone Spine* 72:61–65
16. Thiel M (2001) Application of shock waves in medicine. *Clin Orthop* 387:18–21
17. Wong SM, Griffith JF, Tang A, Hui ACF (2002) The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. *Rheumatology* 41:835–836