

## Microsurgical reconstruction of wide simple and compound foot defects

F. SANTANELLI, G. PAOLINI, F. R. GRIPPAUDO

**Background.** A mutilated foot as a result of traumas or resection for tumours or ulcers, is a serious physical and social handicap for the patient, because it impairs deambulation and affects his selfgovernment. The evolution of microsurgical techniques has allowed us to utilize such methods to reconstruct wide simple and composite losses of substance of the foot, usually treated conservatively or radically with amputation and prosthesis. Functional, cosmetic and social outcome has been evaluated.

**Methods.** We evaluated 23 patients affected by cutaneous (19) and osteocutaneous (4) losses of substance of the foot (11 of rearfoot, 5 of forefoot, 4 of the sole, 1 of middlefoot, 1 of the dorsum, and 1 of the mallcolus). We performed 23 microsurgical reconstructions harvesting 24 free flaps (14 radial flaps, 4 latissimus dorsi, 3 fibula, 1 scapular flap, 1 lateral arm, 1 iliac crest).

**Results.** Cutaneous and muscular flaps healed in 3 weeks, while osteocutaneous flaps healed in 10 to 12 weeks. Deambulation was restored in all patients but 1, within 6 months from surgery, and all patients went back to their work and social life. We observed in the early follow-up 2 cases of partial skin necrosis, which solved spontaneously and 1 case of total necrosis (overall complication = 4.3%). Donor area morbidity was rated as fair. Overall suc-

*From the "Sant'Andrea" Hospital  
II Faculty of Medicine and Surgery  
University of Rome "La Sapienza", Rome*

cess rate was 95.7% at a mean follow-up of 3 years.

**Conclusions.** Free microsurgical transfers allowed us to obtain a satisfactory and long-lasting morpho-functional restoration of wide superficial and deep losses of substance of the foot, guaranteeing the patient a fast psychophysical and social rehabilitation.

**Key words:** Foot injuries, surgery - Surgical flaps - Surgery, plastic.

A mutilated foot as a result of traumas or resection after tumours or ulcers, is a serious physical and psychological handicap for patients, because it impairs their working and social life.

Wide simple and composite losses of substance of the foot, cause a severe reduction of the weight-bearing surface, with increase of pressure loads, instability and impaired deambulation. They furthermore force the patient to wear custom-fitted shoes and to use crutches or a wheel chair.

These defects are usually treated conservatively and left healing for secondary intention, or treated radically with amputation and prosthesis. In both cases a severe func-

Received February 15, 2002.

Accepted for publication March 25, 2002.

Address reprint requests to: G. Paolini - Plastic Surgery, University "La Sapienza" of Rome, II Faculty of Medicine and Surgery, "Sant'Andrea" Hospital, Via di Grottarossa 1035-1039 - 00100 Roma. E-mail: guido.paolini@uniroma1.it



tional, cosmetic and psychological handicap is produced.

The restoration of such defects is a problem of difficult solution for the plastic surgeon, because of the difficulty in recruiting locally tissues of ideal characteristics to reconstruct such specialised structures and obtain a valid and stable functional result.

The evolution of microsurgical techniques allows us today to find the right solutions to these problems by transplanting from distant donor sites simple (skin, muscle, bone) and composite (skin and bone) flaps which present the same biological characteristics of those missing, with minimal morbidity.

### Materials and methods

At the Plastic Surgery Department of the University of Rome "La Sapienza", we evaluated 23 patients affected by wide cutaneous (19) and osteocutaneous (4) defects of the foot. We observed 19 cutaneous and 4 osteocutaneous defects. In 11 cases the rearfoot was interested, in 5 cases the forefoot, in 4 cases the sole, in 1 case the middlefoot, in 1 case the dorsum, and 1 case the medial malleolus.

Patients' mean age was 35.9 years (range between 18 and 63 years old), the male/female ratio was 21:2. The etiology was traumatic in 20 of the cases, postneoplastic in 2 cases and postdiabetes in 1 case.

We have performed 23 microsurgical reconstructions harvesting 24 free flaps. We have transplanted 14 fasciocutaneous radial flaps (8 for the heel, 4 for the sole, 2 for the forefoot); 4 latissimus dorsi for the the forefoot, the dorsum and the malleolus; 2 osteocutaneous fibula for the metatarsus and 1 for the tarsus; 1 scapular flap for rearfoot; 1 lateral arm flap for the rearfoot; 1 osteocutaneous iliac crest flap for the heel.

We have performed 24 arterial anastomoses (14 L-T, and 10 T-T) and 35 venous anastomoses (27 T-T and 8 T-L) to the anterior and posterior tibial vessels.

In 1 patient a free radial flap was combined to a free fibula flap to simultaneously reconstruct a metatarsus and the sole, by

anastomosing end to end the radial artery and vein to the distal end of the peroneal artery.

In 7 cases the radial flap was re-innervated through surgical coaptation of the sural nerve so as to obtain a protective re-innervation of the skin island.

Bone osteosynthesis was obtained through the use of step osteotomies (inlay technique) and compressive screws, or articular prostheses in the fibula flaps, and through the use of internal Kirschner wires in the iliac crest flap.

All patients underwent pre- and postoperative clinical examination, sensibility tests (Semmes-Weinstein monofilament test, pinprick, 2-point discrimination, *etc.*); and baropodometric analysis of plantar loads during static and dynamic gait. Bone scans have been performed so to evaluate bone consolidation. Early and late complications, patient satisfaction, self-government, and residual invalidity have also been registered. Mean follow up was 3 years (range between 12 months and 10 years).

### Results

At an early follow-up we observed a partial necrosis of the skin island in 2 osteocutaneous flaps (1 fibula and 1 iliac crest) while complete necrosis in 1 latissimus dorsi flap due to an arterial thrombosis, notwithstanding the immediate anastomosis revision (early complications = 13%).

Cutaneous and muscular flaps healed in 3 weeks, with fast patient rehabilitation. Osteocutaneous flaps healed in 10 to 12 weeks, with active weight-bearing at 4 months. Only in 1 case (latissimus dorsi case) the transplant was not successful (overall complications = 4.3%) and the patient was finally cured after multiple skin graft revisions.

Limited protective sensation to plantar skin was detected at 6 months follow-up.

Fast union with evidence of callus consolidation, was observed in the bone flaps at regular clinical and radiological follow-up. No stress fractures nor pseudoarthrosis or osteomyelitis were experienced.



Donor area morbidity was rated as fair in all cases.

Comparative pre- and postoperative (6 months) baropodometric evaluation showed improvement in load distribution in all cases and an increased weight-bearing area in bone flaps, with restored static and dynamic gait in all patients. All patients abandoned the use of crutches and wheel chairs, could wear normal fitting shoes and could walk with limited dimpling.

All patients but 1, were satisfied with the functional and aesthetic result of the surgery, were self-sufficient and went back to social and working activities within 6 months. Overall success rate was 95.7% at a mean follow-up of 3 years.

### Discussion

Free flap transfer, allowed us to reconstruct in 1 single stage, simple and composite foot defects, by transplanting skin, muscle and or bone of ideal characteristics from distant sites, with minimal residual morbidity. The customised reconstruction of the defect permitted us to achieve morpho-functional rehabilitation of the foot. The increased weight-bearing surface and the improvement in load distribution observed during static and dynamic walking at the baropodometry, encouraged us to perform more refined reconstructions so to give each patient

maximal functional recovery and faster social rehabilitation.

### Conclusions

Free tissue transfers proved effective in restoring wide simple and composite defects of the foot. Foot rehabilitation with stable long term results has been experienced in 95.7% of cases.

### References

1. Baudet J, Guirberteau JC, Nascimento E. Successful clinical transfer of 2 free thoraco-dorsal axillary flaps. *Plast Reconstr Surg* 1976;58(6):680-8.
2. Chang Di Sheng. Radial artery fascial flap. Presented at: Annual Meeting of the American Society of Plast Reconstr Surg, Honolulu, HI, 1982.
3. Hidalgo DA, Shaw WW. Reconstruction of foot injuries. *Clin Plast Surg* 1986;13(4):663-80.
4. Morrison WA, Crabb DM, O'Brien BM, Jenkins A. The instep of the foot as a fasciocutaneous island and as a free flap for heel defects. *Plast Reconstr Surg* 1983;72(1):56-65.
5. Nassif TM, Vidal L, Bovet JL, Baudet J. The parascapular flap: a new cutaneous microsurgical free flap. *Plast Reconstr Surg* 1982;69(4):591-600.
6. O'Brien BM, MacLeod AM, Hayhurst JW, Morrison WA. Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 1973;52(3):271-8.
7. Song R, Song Y, Yu Y. The upper arm free flap. Symposium on 1 stage reconstruction. In: Song R, editor. *Clinics in plastic surgery*. New York: WB Saunders, 1982;9:27-36.
8. Taylor GI. The current status of free vascularized bone grafts. *Clin Plast Surg* 1983;10(1):185-209.
9. Taylor GI, Miller GD, Ham EJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1975;55(5):533-44.

## Ricostruzione microchirurgica di ampi difetti semplici e compositi del piede

Un piede mutilato in seguito a traumi o ad ablazione di tumori od ulcere, costituisce per il paziente un grave handicap fisico e psichico che ne limita la vita sociale e lavorativa<sup>1-9</sup>.

Ampie perdite di sostanza semplici o composite del piede, causano una notevole riduzione della superficie di appoggio plantare ed un aumento dei carichi pressori con conseguente instabilità ed inabilità alla deambulazione. Esse non consentono inoltre di indossare calzature normali e costringono il paziente a deambulare con l'aiuto di stampelle o su sedia a rotelle.

Tali perdite di sostanza vengono ancor oggi trattate in maniera conservativa, mediante guarigione per seconda intenzione oppure radicalmente mediante amputazione e protesizzazione. In entrambe i casi ne deriva grave invalidità dal punto di vista funzionale, cosmetico e psicologico per il paziente.

La ricostruzione di tali difetti è un problema di difficile soluzione per il chirurgo plastico a causa della difficoltà di reperire localmente tessuti di vicinanza idonei a ricostruire strutture così specializzate ed ottenere risultati funzionali accettabili e duraturi nel tempo.



L'evoluzione delle tecniche microchirurgiche ha consentito oggi di trovare la soluzione ideale a questi problemi mediante il trasferimento da siti distanti di lembi semplici (cute, muscolo, osso) o compositi (osso e cute) che presentano le stesse caratteristiche biologiche di quelli mancati, con minimo danno residuo al sito donatore.

## Materiali e metodi

Presso la Divisione di Chirurgia Plastica dell'Università «La Sapienza» di Roma, abbiamo osservato 23 pazienti affetti da ampie perdite di sostanza del piede. In 19 casi si trattava di difetti dei tessuti molli, ed in 4 casi di difetti compositi osteocutanei. In 11 casi era interessato il retro piede, in 5 casi l'avampiede, in 4 casi la pianta, in 1 caso il mesopiede, in 1 caso il dorso ed in 1 caso il malleolo mediale.

L'età media dei pazienti all'intervento è stata di 35,9 anni (range tra 18 e 63 anni), il rapporto sesso maschile/femminile di 21:2, l'eziologia è stata traumatica in 20 pazienti, postneoplastica in 2 e diabetica in 1.

Abbiamo eseguito 14 lembi fasciocutanei radiali (8 per il tallone, 4 per la pianta, e 2 per l'avampiede); 4 lembi di gran dorsale per l'avampiede, il dorso ed il malleolo; 2 lembi osteocutanei di fibula pro-metatarso ed 1 lembo pro-tarso; 1 lembo scapolare (pro-retropiede); 1 laterale del braccio pro-retropiede, ed 1 cresta iliaca osteocutanea pro-calcagno.

Abbiamo eseguito 24 anastomosi arteriose (14 L-T e 10 T-T) e 35 anastomosi venose (27 T-T e 8 T-L) ai vasi tibiali posteriori ed anteriori.

In 1 caso un lembo cinese è stato anastomizzato in serie ad un lembo di fibula per la ricostruzione contemporanea di metatarso e di pianta del piede, anastomizzando l'arteria e vena radiale in T-T al moncone distale peroniero.

In 7 casi il lembo fasciocutaneo radiale è stato reinnervato mediante coaptazione al nervo surale, al fine di ottenere una reinnervazione protettiva dell'isola cutanea.

L'osteosintesi nei lembi osteocutanei è stata effettuata mediante osteotomie a scalino e viti a compressione, o con protesi articolari nei lembi di fibula, mentre mediante l'uso di fili di Kirschner nel caso della cresta iliaca.

Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad esami clinici pre e postoperatori con valutazione della sensibilità locale (Semmes-Weinstein monofilament test, termoratto, sensibilità nocicettiva e vibratoria); con esame baropodometrico per studio dell'appoggio plantare durante la stazione eretta e durante il cammino e con studio del consolidamento delle linee di frattura mediante esame radiologico nei lembi ossei. Le complicanze precoci e tardive, il risultato funzionale ed estetico, la soddisfazione e l'autonomia del paziente, la ripresa dell'attività sociale e lavorativa e l'invali-

dità residua sono state registrate. Il follow-up medio è stato di 3 anni (range tra 12 mesi e 10 anni).

## Risultati

Ad un precoce follow-up abbiamo osservato in 2 lembi osteocutanei (1 perone ed 1 cresta iliaca) una necrosi parziale dell'isola cutanea, ed in 1 lembo di muscolo gran dorsale una necrosi completa per trombosi arteriosa, nonostante la revisione immediata (complicanze immediate = 13%).

Nei lembi fasciocutanei e muscolari si è osservata la completa guarigione dopo circa 3 settimane con precoce riabilitazione del paziente. Nei lembi ossei la guarigione completa si è ottenuta dopo circa 10-12 settimane con ripresa di attività funzionale a 4 mesi. In 1 solo caso (lembo di gran dorsale) la ricostruzione non ha avuto successo (complicanze totali = 4,3%) e la paziente è guarita dopo molteplici interventi di revisione con innesti.

Una buona sensibilità è stata evidenziata ai controlli clinici effettuati a 6 mesi nei lembi cutanei reinnervati.

I lembi ossei hanno evidenziato precoce unione e consolidamento del callo osseo ai controlli clinici e radiologici effettuati a scadenza mensile. Non sono state osservate fratture da stress od esiti in pseudoartrosi od osteomielite.

La morbilità delle aree donatrici è risultata essere accettabile in tutti i casi.

Lo studio baropodometrico effettuato prima e dopo (6 mesi) l'intervento ha mostrato un'aumento della superficie di appoggio nei lembi osteocutanei ed una migliore distribuzione dei carichi in tutti i lembi, con aumentata stabilità ed un ripristino della deambulazione in tutti i pazienti.

I pazienti hanno quindi abbandonato l'uso di stampelle e sedie a rotelle, hanno potuto indossare scarpe comuni e camminare senza aiuto con limitata zoppia residua.

Tutti i pazienti, eccetto 1, si sono detti soddisfatti del risultato funzionale ed estetico dell'intervento, sono ritornati ad essere autosufficienti ed hanno ripreso le loro normali attività lavorative e sociali nell'arco di 6 mesi. La percentuale totale di successo è stata del 95,7% ad un follow-up medio di 3 anni.

## Discussione

Il trasferimento di lembi liberi microvascolari da siti distanti, consente di ripristinare in tempo unico difetti semplici e compositi del piede, apportando cute, muscolo e/od osso dalle caratteristiche idonee, e con minima morbilità locale. La ricostruzione personalizzata del difetto consente inoltre un ripristino anatomico-funzionale ed estetico ideale del distretto interessato. L'aumento della superficie di appoggio,



ed il miglioramento nella distribuzione dei carichi plantari osservati durante la stazione eretta ed il passo ai controlli baropodometrici, ci hanno incoraggiato ad effettuare ricostruzioni sempre più ardite al fine di consentire il massimo recupero funzionale auspicabile ed un più rapido reinserimento nella vita sociale.

### Conclusioni

I lembi liberi si sono dimostrati strumenti efficaci per riparare ampi difetti semplici e complessi del piede. Nel 95,7% dei casi si è ottenuto un pressoché completo recupero funzionale con risultati stabili e duraturi nel tempo.

### Riassunto

**Obiettivo.** Un piede mutilato a causa di traumi o dell'asportazione di lesioni tumorali o di ulcere, costituisce per il paziente un grave handicap fisico e sociale, in quanto ne impedisce la deambulazione e quindi ne limita l'autonomia. L'evoluzione delle tecniche microchirurgiche ci ha consentito di utilizzare tali metodiche per ricostruire ampie perdite di sostanza semplici e composte del piede, solitamente trattate in

modo conservativo o con protesizzazione, valutandone il risultato funzionale, cosmetico e sociale.

**Metodi.** Abbiamo osservato 23 pazienti affetti da perdite di sostanza cutanee (19) ed osseocutanee (4) del piede (11 del retro piede, 5 dell'avampiede, 4 della pianta, 1 del meso-piede, 1 del dorso, 1 del malleolo). Abbiamo effettuato 23 ricostruzioni microchirurgiche allestendo 24 lembi liberi (13 cinesi, 4 grandi dorsali, 3 fibule, 1 scapolare, 1 laterale del braccio, 1 cresta iliaca).

**Risultati.** I lembi cutanei e muscolari sono guariti in 3 settimane, mentre quelli ossei in 10-12 settimane. Tutti i pazienti, eccetto 1, sono ritornati a deambulare liberamente entro 6 mesi dall'intervento ed hanno ripreso le loro attività sociali e lavorative. Abbiamo osservato 2 necrosi cutanee parziali, risoltesi spontaneamente ed 1 necrosi totale (complicanze definitive = 4,3%). La morbilità delle aree di prelievo è risultata accettabile. La percentuale di successo ad un follow-up medio di 3 anni è stata del 95,7%.

**Conclusioni.** Il trasferimento di lembi microchirurgici da siti distanti consente di ottenere un ripristino morfo-funzionale soddisfacente e duraturo delle ampie perdite di sostanza cutanee ed ossee del piede, garantendo al paziente un veloce recupero psicofisico ed un rapido reinserimento sociale.

**Parole chiave:** Lembi microvascolari - Piede, traumi, chirurgia - Piede, neoplasie, chirurgia.

