

Utilizzo degli *allograft* nella chirurgia ricostruttiva della mano

The use of allograft in reconstructive surgery of the hand

R. Adani
L. Tarallo
M. Innocenti¹
L. Delcroix¹
G. Rollo²
A. Bassi³

Dipartimento Emergenza-Urgenza, Clinica Ortopedica e Traumatologica, Università di Modena e Reggio Emilia, Modena.

¹ S.O.D. Microchirurgia C.T.O., Azienda Ospedaliera "Careggi", Firenze.

² 2° Clinica Ortopedica, Istituto Ortopedico "Rizzoli", Università di Bologna, Bologna.

³ Banca del Tessuto Muscolo Scheletrico, Istituto Ortopedico "Rizzoli", Bologna

Indirizzo per la corrispondenza:

Dott. Roberto Adani
Clinica Ortopedica
Università di Modena e Reggio Emilia
Policlinico di Modena
largo del Pozzo 71
41100 Modena
E-mail: adani.roberto@unimo.it

Ricevuto il 10 luglio 2006

Accettato il 6 novembre 2006

RIASSUNTO

Background. L'osso allogenico è oggi uno dei più comuni innesti tissutali utilizzati in chirurgia ortopedica.

Scopo. Lo scopo del lavoro è analizzare i risultati ottenuti utilizzando gli *allograft* nella chirurgia ricostruttiva della mano.

Metodi. Tra il 2000 e il 2006, sono stati trattati 12 pazienti con età compresa tra i 16 e 52 anni, utilizzando un *allograft* per un metacarpo e/o una falange della mano. In tre pazienti la causa è stata una recidiva neoplastica, nei rimanenti casi traumatica. Il sito della ricostruzione è stato il metacarpo in tre casi, in un paziente la lesione ha interessato soltanto l'articolazione MCF. In 8 pazienti la ricostruzione è stata eseguita alla falange sostituendo l'IFP (tranne in un caso).

Risultati. Nove pazienti sono stati seguiti in un periodo compreso tra 70 e 24 mesi dopo il trattamento chirurgico. Il tempo necessario per ottenere una consolidazione ossea è stato in media 6 mesi. La MAT nella ricostruzione delle dita è stata tra 0° e 270° con un media di 136°.

Conclusioni. L'utilizzo dell'*allograft* nella chirurgia ricostruttiva della mano deve riguardare casi selezionati. Il tempo atteso per ottenere una consolidazione ossea può causare una grave rigidità dell'articolazione: l'osteosintesi deve essere stabile per consentire una precoce mobilizzazione dell'articolazione. Alcune domande circa il futuro dell'articolazione rimangono al momento senza risposta.

Parole chiave: allograft, ricostruzione IFP, difetti ossei, mano

SUMMARY

Background. The allogenic bone is one of the most common tissue grafts, with a variety of applications in orthopaedic surgery.

Purpose. The aim of this work is to analyze the results obtained using allografts in reconstructive surgery of the hand.

Methods. Between 2000-2006, 12 patients between 16 and 52 years were treated using an allograft to replace the metacarpal and/or phalanx of the hand. In three cases the cause was recurring neoplastic lesions, in the remaining cases traumatic. The place of reconstruction was the metacarpal in three cases, in one patient the lesion affected only the MP joint. In 8 patients the reconstruction was done at the phalanx transferring the PIP joint as well (except in one case).

Results. Nine patients were followed in a period between 70 and 24 months after surgery. The time needed to obtain a bone union was on average 6 months. The

T.A.M. in the reconstructed fingers was between 0° and 270° with an average of 136°.

Conclusion. The use of allograft in reconstructive surgery of the hand has been occasional. The waiting time to obtain bone union can cause severe stiffness to joints: the osteosynthesis must be stable to allow an early mobilization of the joint. Some questions still remain unanswered about the future of the joint.

Key words: allograft, IPJ reconstruction, bone defect, hand

INTRODUZIONE

Il trapianto d'osso dallo stesso individuo (autograft) fu uno dei primi trapianti tissutali eseguiti, originariamente utilizzato per risolvere fratture e artrodesizzare articolazioni¹. Il recente sviluppo della chirurgia oncologica ortopedica ha diffuso sempre di più l'utilizzo dell'osso allogenico (*allograft*); è stato stimato che negli Stati Uniti il numero totale d'interventi chirurgici nei quali sia stato utilizzato un *allograft* supera le 200.000 unità².

In letteratura sono riportati casi sull'utilizzo dell'*allograft* a più livelli, il primo caso riportato risale al 1953 in cui un condrosarcoma calcaneare fu sostituito da un calcagno omologo³; l'*allograft* è stato successivamente impiegato nella chirurgia ricostruttiva del ginocchio⁴, della spalla^{5,6}, del gomito^{7,8}, dell'avambraccio e polso⁹⁻¹¹ e in misura minore nella chirurgia della mano¹²⁻¹⁴.

L'osso ha delle proprietà caratteristiche, fondamentali per la guarigione e l'incorporazione dell'innesto, queste includono l'*osteogenesi*, l'*attività osteoclastica*, l'*osteoinduzione* e l'*osteokonduzione*.

L'osso autologo possiede tutte le quattro proprietà sopra descritte, l'*allograft* solo quella dell'osteokonduzione, questo aiuta a comprendere perché l'innesto d'osso autologo è incorporato più velocemente rispetto all'*allograft*. L'osso allogenico è l'innesto tissutale più comunemente utilizzato, fornito principalmente attraverso la donazione delle teste femorali provenienti da revisioni d'anca primarie. Le Linee Guida al suo utilizzo sono state sviluppate con ristretti criteri per il donatore¹⁵.

Le più comuni complicazioni in un trapianto d'*allograft* osseo sono l'*infezione*, la *frattura* e la *non consolidazione*. In una recente casistica visionata in letteratura di 718 casi d'utilizzo di *allograft* per grossi segmenti, il valore delle complicazioni risulta del 46%, con un incremento

del rapporto direttamente proporzionale alle dimensioni dell'*allograft* e alla complessità della procedura chirurgica¹⁶.

Questo dipende dalle proprietà intrinseche dell'innesto nel formare osso, dalla potenzialità osteogenetica dell'ospite, dalla stabilità meccanica dell'innesto e dalla superficie di contatto tra osso autologo-osso allogenico. L'incorporazione dell'innesto osseo nel ricevente potrebbe in parte dipendere dalla risposta immunitaria del paziente e dall'incompatibilità antigenica tra donatore e ricevente e tale risposta permane, in parte, ancora imprevedibile¹⁷.

Ultimamente si è cercato di comprendere quali possano essere i fattori per i quali un innesto di *allograft* non s'incorpora nel ricevente: l'applicazione più frequente dell'*allograft* è la chirurgia sostitutiva tumorale, in questo caso i pazienti sono soggetti sottoposti a dosi massive di chemio- e radioterapia, subendo spesso un danno cellulare irreversibile e responsabile in parte della non consolidazione.

Altre cause sono state ricercate nelle caratteristiche proprie dell'ospite e del trapianto, anche se la criopreservazione riduce notevolmente l'aggressività del sistema immunitario dell'ospite verso il trapianto. Le superinfezioni batteriche e fungine intra- e post-operatorie, ed in ultima analisi la stabilità della sintesi ossea eseguita rappresentano ulteriori fattori non trascurabili nell'evoluzione finale dell'*allograft*.

La Banca del tessuto muscolo-scheletrico è una struttura sanitaria pubblica, che organizza, conserva, processa e distribuisce i tessuti prelevati, certificandone idoneità e sicurezza. La Banca s'interpone tra le strutture di prelievo e quelle di trapianto. Per trapianto osseo s'intende la sostituzione di una parte circonferenziale di un osso lungo o dello scheletro assiale con l'eventuale superficie articolare e le relative inserzioni capsulo-legamentose.

Per garantire la più alta qualità, la Banca del tessuto muscolo-scheletrico sottopone il donatore ed il materiale osseo a diversi controlli:

- 1) valutazione del donatore;
- 2) prelievo in asepsi;
- 3) analisi sierologiche;
- 4) revisione medica;
- 5) processazione e conservazione: il materiale osseo è conservato in congelatore a -80 °C;
- 6) controllo batteriologico;
- 7) schedario informatizzato.

Scopo del presente lavoro è valutare la possibilità di

sostituire le perdite di sostanza ossea e/o articolari a livello della mano, sia d'origine post-traumatica che tumorale, mediante *allograft* opportunamente trattati presso la Banca del Tessuto Muscolo Scheletrico.

MATERIALI E METODI

Nel periodo compreso tra gennaio 2000 e gennaio 2006, 12 pazienti sono stati sottoposti ad intervento ricostruttivo a livello metacarpale e/o falangeo della mano impiegando *allograft* provenienti dalla Banca del Tessuto muscolo scheletrico dell'Istituto Ortopedico "Rizzoli" (IOR). Il prelievo dell'*allograft* è stato eseguito in tutti i casi secondo le modalità d'espianto impiegate dall'équipe dello IOR ed effettuati dal medesimo chirurgo (R.G.). L'*allograft* è stato successivamente conservato presso la Banca del Tessuto muscolo scheletrico dell'Istituto Ortopedico "Rizzoli", (studio effettuato a cura di B.A.). Nove pazienti erano di sesso maschile, tre di sesso femminile; l'età dei pazienti è variata da 16 a 52 con una media di 34 anni. In tre casi la causa iniziale era d'origine tumorale: una recidiva di cisti aneurismatica (caso n° 1), una recidiva di osteoma osteoide (caso n° 5) e una recidiva di tumore giganto-cellulare (casi n° 8); in tutti i restanti casi la genesi era di natura traumatica (Tab. I). La mano destra è stata interessata in otto casi e la sinistra

in quattro. La sede della lesione è stata a livello metacarpale in tre pazienti (casi n° 3, 5 e 9) nei restanti casi la localizzazione era a livello falangeo; nel caso n° 8 la lesione riguardava la metacarpo-falangea. Le perdite di sostanza ossea di origine post-traumatica sono state trattate in tre casi in urgenza con applicazione immediata di spaziatore di cemento antibiotato per sostituire il "gap" osseo determinato dal trauma (caso n° 2, 6 e 7) (Tab. II). Nel caso n° 2 lo spaziatore di cemento antibiotato ha sostituito completamente la seconda falange del 2° dito e le superfici articolari, sia della testa della prima falange che della base della terza falange (Fig. 1). Nel caso n° 6 lo spaziatore era stato posto, sempre in urgenza, a colmare il deficit osseo ed articolare provocato dalla perdita della IFP e del terzo prossimale della seconda falange del 4° dito. Infine nel caso n° 7 l'evento traumatico aveva determinato la perdita completa della IFP del 5° dito, sempre sostituita con spaziatore di cemento antibiotato. Nel paziente n° 3 il trauma risaliva ad otto mesi prima con l'amputazione completa del V raggio e la perdita ossea di buona parte delle ossa carpali, del terzo e quarto metacarpale. L'applicazione del cemento antibiotato si rese necessaria anche per bonificare il preesistente focolaio osteomielitico. Nel caso n° 9 la paziente giunse alla nostra osservazione ad oltre trenta giorni dalla lesione iniziale, causata da arma da fuoco interessante il dorso della mano sul lato ulnare. Si eseguì inizialmente un'ampia

Tab. I. Valutazione pre-operatoria.

Pazienti	Età	Sesso	Causa iniziale	Sede della lesione	Intervallo di tempo tra causa scatenante e inizio trattamento
1	16	M	Recidiva cisti aneurismatica	F1 5 dito sn	4 mesi (dalla comparsa della recidiva)
2.	50	F	Traumatica	IFP-F2-IFD 2 dito dx	Urgenza
3	36	M	Traumatica	Carpo-metacarpo 3° e 4° raggio sn	8 mesi
4.	52	M	Traumatica	Terzo medio distale F1-IFP- metafisi prox F2 4° dito sn	6 mesi
5	20	M	Recidiva osteoma osteoide	Base 2° metacarpale dx	5 mesi (dalla comparsa della recidiva)
6	30	M	Traumatica	IFP-F2 4 dito dx	Urgenza
7	35	M	Traumatica	IFP 5 dito dx	Urgenza
8	50	M	Recidiva tumore gigantocellulare	Terzo medio distale 1° metacarpale- MF-metafisi prox F1 1 dito dx	6 mesi (dalla comparsa della recidiva)
9	34	F	Traumatica	4° e 5° metacarpale dx	1 mese
10	24	M	Traumatica	IFP 3 dito dx	6 anni
11	26	M	Traumatica	IFP 4° dito dx	2 anni
12	35	F	Traumatica	IFP 3° dito sx	3 anni

Tab. II. Valutazione intra-operatoria.

Caso	Spaziatore cemento antibiotato	Tempo mant. spaziatore (mesi)	Sede ricostr.	Ricostruz. articolare	Sintesi ossea	Ricostruz. tendinea	Innesto Spongioso	Gel-piastrine	Cell. Stam.	Complicanze
1	NO	—	F1 5° dito sn	NO	—	NO	NO	NO	NO	NO
2	SI	10	Terzo medio distale F1, IFP, F2 2° dito dx	SI (IFP)	Mini placca 5 fori 5 viti (prox) Filo di K. (dist.)	SI (estensore)	NO	NO	NO	NO
3	SI	10	Metacarpo, IFP, metafisi prossimale F1 3° e 4° raggio sn	SI (3 e 4 MF)	Vite Herbert + filo di K. (prox) Miniplacca 10 fori (9 viti) (dist.) al 3 raggio Vite cannulata + 2 fili di K. (prox) Miniplacca 7 fori (6 viti) (dist.) al 4° raggio	SI (estensore)	NO	NO	SI	NO
4	SI	10	Terzo medio distale F1, IFP, terzo medio prossimale F2 4° dito dx	SI (IFP)	Miniplacca 6 fori (5 viti) (prox) Miniplacca 5 fori (4 viti) (dist.)	SI (estensore)	SI	NO	NO	Necrosi cutanea lato radiale F2 (copertura con lembo di sottocute omodigitale)
5	SI	4	Terzo medio prossimale 2° metacarpale dx	NO	3 Cambre (prox) Miniplacca 8 fori (7 viti) (dist.)	NO	SI	SI	NO	NO
6	SI	10	Terzo medio distale F1, IFP, F2 4° dito dx	SI (IFP)	3 Microviti (prox) 2 Fili di K. (dist.)	SI (estensore)	NO	NO	NO	NO
7	SI	4	Terzo medio distale F1, IFP, terzo prossimale F2, 5° dito dx	SI (IFP)	2 Microviti (prox) Miniplacca 6 fori (5 viti) + 2 fili di K. (dist.)	SI (estensore)	NO	NO	NO	Necrosi cutanea lato radiale IFP (copertura con lembo ad isola eterodigitale)
8	NO	—	Terzo medio distale 1° metacarpale, MF, metafisi prossimale F1 1° dito dx	SI (MF)	Miniplacca 6 fori (6 viti) prox. Miniplacca 6 fori (6 viti) (dist.)	SI (estensore)	NO	NO	NO	NO

9	SI	4	Quarto metacarpale; metacarpo, MF terzo medio prossimale F1 5° raggio dx	SI (5 MF)	2 Cambre (prox.) Miniplacca 7 fori (6 viti) (dist.) al 4° raggio 2 Cambre (prox.) Miniplacca 5 fori (5 viti) (dist.) al 5° raggio	SI (estensore)	NO	SI	SI	NO
10	NO	–	Terzo medio distale F1, IFP, terzo medio prossimale F2 3° dito dx	SI (IFP)	Miniplacca 7 fori (7 viti) (prox.) Miniplacca 5 fori (5 viti) (dist.)	SI (estensore)	NO	SI	NO	Necrosi cutanea IFP (copertura con lembo ad isola metacarpale)
11	NO	–	Terzo medio distale F1 IFP, terzo medio prossimale F2 4° dito dx	SI (IFP)	Miniplacca 7 fori (7 viti) (prox.) Miniplacca 6 fori (6 viti) (dist.)	SI (estensore)	NO	SI	NO	Rottura placca prossimale (sostituzione e nuova sintesi)
12	NO	–	Terzo medio distale F1, IFP, terzo medio prossimale F2 3° dito sx	SI (IFP)	Miniplacca 7 fori (7 viti) (prox.) Miniplacca 6 fori (5 viti) (dist.)	SI (estensore)	NO	NO	NO	NO

pulizia chirurgica e la sostituzione del IV e V metacarpale mediante spaziatore in cemento antibiotato e la copertura cutanea con lembo fascio-cutaneo basato sulle perforanti dell'arteria radiale. Lo spaziatore in cemento antibiotato non è stato utilizzato nei casi n° 1, 8, 10, 11, 12. Si è sempre impiegato cemento Palacos (Biomed) mescolato con Cefolospirine di 2° generazione. Il tempo di mantenimento dello spaziatore è variato da quattro a dieci mesi con media di sette mesi. La sede della ricostruzione è stata a livello metacarpale in quattro pazienti, di cui due con associata ricostruzione della MF (caso n° 3 e n° 9), mentre nel caso n° 8 è stata effettuata una ricostruzione isolata della MF (Fig. 2). Nei restanti otto casi la ricostruzione è avvenuta a livello falangeo, trasferendo nei casi n° 2, 4, 6, 7, 10, 11, 12 anche l'articolazione IFP. Solo in due casi non si è provveduto ad inserire nell'*allograft* un trasferimento articolare: nel caso n° 1 in quanto si è sostituito completamente la prima falange conservando però la capsula articolare sia della IFP che della IFD e nel caso n° 5 in quanto si è utilizzato il secondo metacarpale senza impiegare l'articolazione prossimale e distale

al prelievo. Per l'osteosintesi (Tab. II) sono stati utilizzati differenti mezzi di sintesi: miniplacche, microviti, fili di K., viti di Herbert, vite cannulata, e cambre. La ricostruzione dell'apparato estensore è stata effettuata nei casi n° 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 utilizzando il tendine estensore presente nell'*allograft*. La sutura tendinea si è eseguita utilizzando la tecnica di Kessler prossimalmente e a punti staccati distalmente. Nei casi n° 4 e 5 è stato utilizzato un innesto osseo spongioso prelevato dall'olecrano omolaterale e posto a livello delle sintesi prossimali e distali al fine di ridurre il gap osseo residuo. Nel caso n° 5, 9, 10, 11 si è inoltre ricorsi all'impiego del "gel di piastrine" applicato a livello dei punti di sintesi ossea dell'*allograft*; nei casi n° 3 e 9 si è allestito preparato di cellule staminali da inserire all'interno dell'*allograft* stesso e nei punti di osteosintesi. Si sono verificate nel post-operatorio varie complicanze: nei casi n° 4, 7, 10 sono comparse delle sofferenze cutanee. Nel paziente n° 4 si è utilizzato, viste le ridotte dimensioni della sofferenza cutanea, un lembo omodigitale di sottocute, mentre nel caso n° 7 si è preferito impiegare un lembo ad isola eterodigi-



Fig. 1. Caso n° 2.

- A) Subamputazione del 2° dito con perdita completa della F2 e sua sostituzione con spaziatore in cemento antibiotato
- B) Quadro intraoperatorio:ricostruzione della IFP mediante *allograft* e particolare della osteosintesi su F1
- C) Controllo Rx postoperatorio
- D) Controllo Rx e con TC a distanza di oltre 5 anni

tale tipo Buchler prelevato dal quarto dito e infine nel caso n° 10 si è ricorsi ad un lembo metacarpale a flusso invertito. Nel caso n° 11 si è verificato a distanza di cinque mesi la rottura della placca a livello prossimale che ha reso necessaria la sua rimozione e l'applicazione di una nuova placca con associato un innesto osseo spongioso. Dei dodici pazienti trattati nove sono stati valutati ad una distanza compresa tra 70 e 24 mesi dall'intervento chirurgico con una media di 41,8 mesi (Tab. III).

Da tale valutazione si è escluso il caso n° 12, in quanto ritenuto troppo breve il periodo trascorso dall'intervento chirurgico per essere significativo, il caso n° 11, ancora in corso di trattamento (causa la complicanza) e il caso n° 10, in quanto non si è riusciti a "recuperare" il paziente per il controllo.

Si è considerato in base agli esami radiologici effettuati ad intervalli variabili (inizialmente ogni due mesi e successivamente ogni sei mesi) il *tempo osseo di consolida-*

zione prossimale e distale dell'allo-graft; la motilità articolare (MAT) del raggio interessato data dalla somma dell'escursione articolare della MF e IFP e IFD (normale 290°) per le dita lunghe e MF e IF (normale 150°) per il pollice e la presenza di dolore. Abbiamo inoltre espresso un giudizio finale ad opera del medico esaminatore sul risultato chirurgico ottenuto suddiviso in ottimo, buono, discreto e cattivo e una valutazione del paziente sul grado di soddisfazione raggiunto considerando tre differenti livelli di valutazione: soddisfatto, parzialmente soddisfatto e insoddisfatto.

RISULTATI

Il tempo di consolidazione è variato nei casi n° 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 tra dieci e tre mesi con una media di sei mesi (Tab. III). Nel caso n° 3 a distanza di quattro anni dall'intervento chirurgico non si è ottenuta la consolidazione a livello prossimale nel quarto raggio, il paziente ha rifiutato ulteriori procedimenti chirurgici. La motilità articolare è variata tra 0° e 270° con una media di 136° (escludendo il caso n° 8 in quanto il MAT è riferito al pollice); se si esclude il paziente n° 3 caratterizzato da una completa rigidità articolare a carico dei due raggi ricostruiti il valore medio sale a 150°. Solo il paziente n° 9 ha riferito a distanza la presenza di sintomatologia dolorosa residua, probabilmente riconducibile al grave danno nervoso riportato, con lesione completa a carico del nervo ulnare. Infine per quanto riguarda il giudizio espresso dall'esaminatore si sono ottenuti quattro casi ottimi (casi n° 1, 5, 6, 8), tre casi buoni (casi n° 2, 4 e 7), un caso discreto (caso n° 9) e un caso cattivo (caso n° 3). Il giudizio finale del

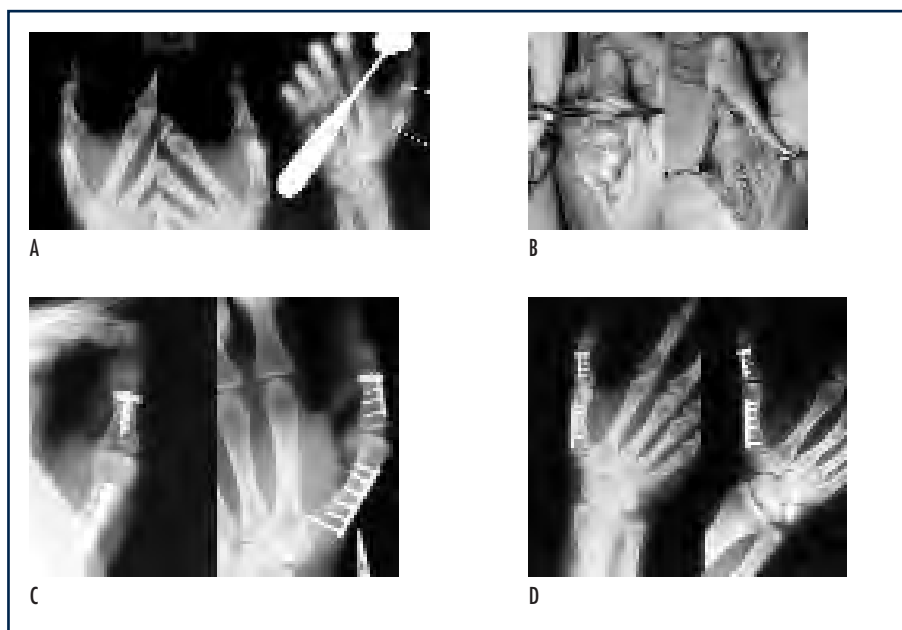


Fig. 2. Caso n° 8.

- A) Recidiva di tumore gigante cellulare alla MF del 1° dito
 B) Quadro intraoperatorio: asportazione della MF e sua ricostruzione con allograft
 C) Controllo Rx postoperatorio
 D) Controllo Rx a distanza di 2 anni e mezzo

Tab. III. Valutazione post-operatoria.

Caso	Follow-up (mesi)	Tempo di consolidazione prox.	Tempo di consolidazione dist.	M.A.T.	Dolore	Giudizio medico	Giudizio paziente esaminatore
1	70	—	—	180°	No	Ottimo	+++
2	54	7	6	120°	No	Buono	+++
3	48	8	7 (3 raggio)	0°	No	Cattivo	++
		no	7 (4° raggio)	0°			
4	42	7	5	100°	No	Buono	++
5	38	3	5	270°	No	Ottimo	+++
6	36	6	7	180°	No	Ottimo	+++
7	34	5	7	120°	No	Buono	++
8	31	10	6	40°(*)	No	Ottimo	++
9	24	5	6 (4 raggio)	130°	Si	Discreto	+++
		7	5 (5 raggio)	40°			

Giudizio medico esaminatore: Ottimo, Buono, Discreto, Cattivo.

Giudizio paziente: +++ Soddisfatto, ++ Parzialmente soddisfatto, + Insoddisfatto.

* Riferito al pollice.

paziente è stato soddisfacente in 5 casi (casi n° 1, 2, 5, 6 e 8) e parzialmente soddisfatto nei restanti (casi n° 3, 4, 7 e 9).

DISCUSSIONE

Nella moderna chirurgia ricostruttiva conseguente al trattamento di neoplasie ossee l'obiettivo primario è l'escissione dell'osso degenerato conservando l'integrità funzionale dell'estremità interessata. Le tecniche impiegabili sono diverse: dall'inserzione di impianti metallici agli innesti ossei autologhi (eventualmente vascolarizzati con ausilio di tecniche microchirurgiche o convenzionali) e omologhi. L'*allograft* è stato in questi anni frequentemente impiegato nella chirurgia oncologica soprattutto a livello dei grandi distretti (bacino, femore, omero, avambraccio) ma nonostante il diffuso utilizzo permangono ancora parecchie incognite a cui non si è data una chiara risposta di carattere biologico. L'osteointegrazione dell'*allograft* sembrerebbe legata all'"*envelope*" esterno dei tessuti molli che sono il *primum movens* del processo riparativo osteogenetico¹, talvolta ampiamente sacrificati durante la fase di resezione chirurgica in una neoplasia ossea aggressiva. L'ulteriore fase dell'osteoiduzione che riguarda un innesto di *allograft* dipenderebbe dalla capacità appositiva dell'osso vitale nei confronti dell'*allograft*. Questa si manifesta non solo a livello della giunzione osso autologo-osso omologo ma continua migrando all'interno del canale midollare dell'*allograft*¹⁷. Studi immunologici² hanno dimostrato che questi processi sono strutturalmente correlati alla potenzialità antigenica dell'*allograft*, da cui la necessità di criopreservare l'*allograft* a -80° per diminuirne tale caratteristica. Il tempo necessario pertanto al fine di ottenere la completa osteointegrazione dell'*allograft* è estremamente variabile e legato a più fattori, spesso sono infatti necessari parecchi mesi, talvolta oltre l'anno. Da ciò si evince che il quadro clinico non va di pari passo con quello radiologico. L'impiego dell'*allograft* nella chirurgia ricostruttiva della mano, è stato riservato a casi isolati¹²⁻¹⁴.

I risultati ottenuti ci consentono di ricavare alcune considerazioni: nella chirurgia con *allograft* è spesso difficile ottenere un quadro radiologico di totale osteointegrazione, in quanto un risultato del genere, seppure possibile in determinati casi con particolare affinità dal punto di vista immunologico tra il donatore e l'ospite, non è la norma. Si è infatti riscontrata una perfetta consolidazione nei casi n° 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 in un tempo medio di sei mesi. Questo ci ha indotto ad attendere la consolidazione prima di iniziare la rieducazione provocando in alcuni casi delle rigidità articolari importanti con relativa compromissione della funzionalità (casi n° 3, 9). Il successo dell'interven-

to è legato sia al risultato radiografico, che a quello più strettamente clinico. Questo introduce un altro concetto prettamente tecnico: la necessità di realizzare una sintesi, che se da una parte deve essere la meno traumatica possibile per l'*allograft*, dall'altra deve essere quanto mai stabile, al fine di permettere una precoce mobilizzazione, soprattutto in quei casi in cui sia stato trapiantato l'intero complesso articolare. Una sintesi stabile mediante l'utilizzo di miniplacche, come impiegato nella maggior parte dei nostri pazienti, può consentire una precoce mobilizzazione da effettuarsi sotto il diretto controllo del fisioterapista. L'aver atteso i segni iniziali della formazione del callo osseo ha indubbiamente compromesso, in parte, il risultato finale. Alla luce di queste considerazioni riteniamo che nei casi di origine post-traumatica, in cui spesso il paziente ha subito più interventi chirurgici con preesistenti rigidità articolari, la rieducazione debba iniziare precocemente al fine di ottenere, un significativo risultato clinico. Il mezzo di sintesi dovrebbe essere mantenuto perennemente: sono riportati in letteratura¹⁸ casi di rimozione dei mezzi di sintesi con conseguenti fratture dell'innesto a livello dei fori d'entrata delle viti, probabilmente "il *locus minoris resistentiae*" del sistema. Nei tre pazienti (casi n° 1, 5, 8) in cui l'*allograft* è stato utilizzato dopo escissione oncologica i risultati ottenuti appaiono essere soddisfacenti. Il ripristinare un'intera articolazione, una falange o una parte del metacarpo senza ricorrere all'utilizzo di una protesi o evitando di ricorrere ad ulteriori prelievi ossei o all'impiego di trasferimenti microvascolari generalmente dal piede (con un danno anatomico a livello del sito donatore) rappresenta una ulteriore possibilità ricostruttiva. È importante ricordare che l'*allograft* non è esente da insuccessi e complicanze quali l'infezione, la frattura, la rottura dei mezzi di sintesi (caso n° 11) ma in ogni caso la sostituzione di un *allograft* con uno spaziatore in cemento in vista di un nuovo impianto è sempre possibile. Lo spaziatore in cemento antibiotato rappresenta una metodica consigliabile soprattutto nei casi d'origine post-traumatica, spesso caratterizzati dalla presenza di precedenti focolai infettivi. Il suo utilizzo consente inoltre di pianificare i tempi e le modalità ricostruttive; la sua rimozione mette a disposizione un "letto ricevente" per l'*allograft* preparato in modo da evitare sanguinamenti e pericolosi ematomi nel post-operatorio con possibili sofferenze cutanee (casi n° 4, 7, 10). Sono stati utilizzati in 6 casi (Tab. II) differenti adiuvanti l'osteointegrazione come il gel di piastrine, le cellule staminali e il semplice innesto di osso autologo prelevato dal-

l'olecrano. Risulta molto difficile, visto il ridotto numero di casi a disposizione e le differenti metodiche impiegate, comprendere quale possa essere la tecnica più vantaggiosa. Il gel di piastrine, per la facilità con cui può essere ottenuto, è la metodica di più semplice e rapido utilizzo¹⁹. La coltura delle cellule staminali è complessa e richiede probabilmente ulteriori approfondimenti clinici e sperimentali prima di poter trovare un utilizzo su vasta scala. Rimangono punti interrogativi inerenti il futuro della capsula articolare, della cartilagine e dei tendini estensori dell'*allograft*. Non conosciamo il grado d'integrazione a livello dei tessuti molli tra l'*allograft* e l'ospite, e soprattutto il destino, a livello molecolare, delle cellule che costituiscono i tessuti molli una volta conservati a -80°.

La componente osteotendinea dell'*allograft* potrebbe essere riabilitata dalle cellule dell'ospite²⁰⁻²³, più incerto risulta essere il destino della cartilagine articolare dell'*allograft*. Il congelamento a -80° determina la morte cellulare del condrocita e queste cellule non possono essere sostituite, ne consegue che l'uso continuo dell'articolazione potrebbe determinare nel tempo il deterioramento della cartilagine e lo sviluppo di un'osteartrosi secondaria²⁴.

CONCLUSIONI

La chirurgia ricostruttiva mediante l'impiego dell'*allograft* presenta alcuni indubbi vantaggi:

- non necessita di alcuna terapia immunosoppressiva;
- consente in casi di eventuali complicanze (infezioni, fratture) di poter impiegare un "secondo *allograft*";
- non determina danni a livello di aree donatrici;
- permette in caso di distruzioni articolari legate alla possibile degenerazione cartilaginea dell'*allograft* di sostituire *in toto* l'articolazione con un nuovo *allograft* o mediante una protesi in biomateriale;
- rappresenta un'alternativa all'artrodesi nelle ampie perdite di sostanza ossea con concomitanti lesioni articolari.

I maggiori svantaggi risiedono nella:

- necessità di una sintesi quanto mai accurata, stabile e duratura nel tempo;
- impossibilità ad una mobilizzazione immediata;
- incertezza sul futuro dell'articolazione.

In conclusione riteniamo che i risultati ottenuti in quest'iniziale rapporto preliminare siano incoraggianti. I prossimi anni vedranno questa chirurgia sempre più in espan-

sione soprattutto nei distretti articolari complessi, come quelli presenti nell'arto superiore. L'abbinamento tra l'*allograft*, l'osso vascularizzato, le cellule staminali e il gel di piastrine rappresenta la possibile soluzione per arrivare ad una ricostruzione la più biologica possibile.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Garbuz DS, Masri BA, Czitrom AA. *Biology of allografting*. Orthop Clin North Am 1998;29:199-204.
- ² Friedlander GE. *Bone allografts: the biological consequences of immunological events*. J Bone Joint Surg 1991;73:1119-2.
- ³ Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao LA. *Long term results of allograft replacement after total calcanectomy. A report of two cases*. J Bone Joint Surg 2000;82:109-12.
- ⁴ Muscolo DL, Ayerza MA, Calabrese ME, Gruenberg M. *The use of a bone allograft for reconstruction after resection of giant-cell tumor close to knee*. J Bone Joint Surg 1993;75:1656-62.
- ⁵ Lee FY, Hornicek FJ, Hazan EJ, Kloen P, Wolfe MA, Mankin HJ. *Reconstruction of the shoulder joint using an acetabular allograft*. Clin Orthop 1998;357:116-21.
- ⁶ Mnaymneh WA, Temple HT, Malinin TI. *Allograft reconstruction after resection of malignant tumors of the scapula*. Clin Orthop 2002;405:223-9.
- ⁷ Dean GS, Holliger EH, Urbaniak JR. *Elbow allograft for reconstruction of the elbow with massive bone loss: long term result*. Clin Orthop 1997;341:12.
- ⁸ Szabo RM, Hotchkiss RN, Slater RR. *The use of frozen-allograft radial head replacement for treatment of established symptomatic proximal translation of the radius: preliminary experience in five cases*. J Hand Surg 1997;22:269-78.
- ⁹ Szabo RM, Thorson EP, Raskin JR. *Allograft replacement with distal radioulnar joint fusion and ulnar osteotomy for treatment of giant cell tumors of the distal radius*. J Hand Surg 1990;15:929-33.
- ¹⁰ Kocher MS, Gebhardt MC, Mankin HJ. *Reconstruction of the distal aspect of the radius with use of an osteoarticular allograft after excision of a skeletal tumor*. J Bone Joint Surg 1998;80:407-19.
- ¹¹ Bianchi G, Donati D, Staals EL, Mercuri M. *Osteoarticular allograft reconstruction of the distal radius after bone tumor resection*. J Hand Surg 2005;30:369-73.
- ¹² Smith RJ, Brushart TM. *Allograft bone for metacarpal reconstruction*. J Hand Surg 1985;10:325-34.
- ¹³ Carter P, Malinin T, Abbey P, Sommerkamp TG. *The scaphoid allograft: a new operation for treatment of the very proximal scaphoid non-union or for the necrotic, fragmented scaphoid proximal pole*. J Hand Surg 1989;14:1-121.
- ¹⁴ Patradul A, Kitidumrongsook P, Parkpian V, Ngarmukos C. *Allograft replacement in giant cell tumour of the hand*. Hand Surg 2001;6:59-65.
- ¹⁵ Norman-Taylor FH, Santori N, Villar RN. *The trouble with bone allograft*. BMJ 1997;30:315-498.

- ¹⁶ Mankin HJ, Gebhardt MC, Jenninigs LC, Springfield DS, Tomford WW. *Long-term results of allograft replacement in the management of bone tumors*. Clin Orthop 1996;324:86-97.
- ¹⁷ Stevenson S, Horowitz M. *The response to bone allografts*. J Bone Joint Surg 1992;74:939-50.
- ¹⁸ Hornicek FJ, Gebhardt MC, Tomford WW, Sorger JI, Zavatta M, Menzner JP, et al. *Factors affecting nonunion of the allograft-host junction*. Clin Orthop 2001;382:87-98.
- ¹⁹ Lucarelli E, Fini M, Beccheroni A, Giavaresi G, Di Bella C, Nicoli Aldini N, et al. *Stromal stem cells and platelet-rich plasma improve bone allograft integration*. Clin Orthop 2005;435:62-8.
- ²⁰ Wendt JR. *Transplantation of an osteoarthrotendinous allograft with autogenous soft-tissue coverage for thumb reconstruction*. Plast Reconstr Surg 1990;29:713-7.
- ²¹ Wendt JR. *A 3-year follow-up of a transplanted osteoarthrotendinous allograft covered with an autogenous flap for thumb reconstruction*. Plast Reconstr Surg 1992;90:1123-4.
- ²² Wendt JR. *Transplantation of an osteoarthrotendinous allograft with autogenous coverage for thumb reconstruction: a 12-year follow-up*. Plast Reconstr Surg 2002;109:818.
- ²³ Meyers MH, Akeson W, Covery FR. *Resurfacing of the knee with fresh osteochondral allograft*. J Bone Joint Surg 1989;71:704-13.
- ²⁴ Bury TF, Stassen LP, Van Der Werken C. *Repair of the proximal interphalangeal joint with homograft*. J Hand Surg 1989;14:657-8.