

LA PASTA DI OSSO SPUGNOSO MALLEABILE NELLA CHIRURGIA DELL'ARTO SUPERIORE

G. A. BRUNELLI

Facoltà di Medicina dell'Università di Brescia

Spongiuous malleable bone paste in upper limb surgery

SUMMARY

Aim: To re-introduce a technique of malleable spongiuous bone graft, previously presented at the 1972 S.I.C.O.T. meeting in Israel, which guarantees a quick consolidation of non-union fractures by quickly filling bony cavities and creating large joint arthrodesis (1). **Material and methods:** The spongiuous malleable bone paste is made by harvesting spongiuous bone from the proximal tibial metaphysis of the patient with a "curette", which then is pounded in a mortar until a soft and wet pulp is obtained secondary to the presence of bone marrow blood and the liquid that squirts out of the spongiuous fragments. This paste contains osteocytes, hydroxiapatite, mesenchimal osteoblastic cells, platelets, osteoinductives of the cytokines and growth factors including rhBMP2. **Results:** This bony paste was used in more than 80 cases of non-union fractures of various bones as well as in 12 vertebral fusions, numerous wrist and shoulder arthrodesis done in adjunct with hardware, and in various other cases. Consolidation was always very rapid (a mean of 3 months). No secondary surgery was ever needed. **Conclusions:** The malleable spongiuous bone graft is easy to perform, it has no additional surgical costs and is therefore to be considered the preferred method in obtaining consolidation of non-union fractures and for arthrodesis. **Riv Chir Mano 2009; 1: 3-12**

KEY WORDS

Bone grafts, rhBMP2, ossification, non-union fracture

RIASSUNTO

Scopo: Riproporre una tecnica di innesto di osso spugnoso malleabile già presentato al congresso della S.I.C.O.T. del 1972 in Israele che assicura una rapida consolidazione delle pseudartrosi, che serve per riempimento di cavità ossee e per artrodesi di grandi articolazioni (1). **Materiali e metodi:** Si tratta di una pasta di osso spugnoso malleabile che viene ottenuta prelevando con una "curette" dell'osso spugnoso dalla metaepifisi prossimale della tibia del paziente e che viene poi pestato in un mortaio fino a renderlo una poltiglia morbida ed umida per il liquido che fuoriesce dai frustoli di osso spugnoso e per il sangue del canale midollare dell'osso. Questa poltiglia contiene osteociti, idrossiapatite, cellule mesenchimali osteoblastiche, piastrine, osteoinduttivi delle citochine e fattori di crescita inclusa la rhBMP2. **Risultati:** Con questa pasta ossea sono stati operati oltre 80 casi di pseudartrosi di varie ossa, 12 artrodesi vertebrali, numerose artrodesi di polso e di spalla come aggiunta a mezzi di sintesi e vari altri casi. La consolidazione fu sempre molto rapida (in media 3 mesi). Non ci fu mai bisogno di re-intervenire. **Conclusioni:** L'uso di innesto di osso spugnoso malleabile è di applicazione molto facile, non ha costi aggiuntivi a quelli chirurgici ed è perciò da considerare il metodo elettivo per ottenere la consolidazione di pseudartrosi e di artrodesi.

PAROLE CHIAVE

Innesti ossei, rhBMP2, ossificazione, pseudartrosi

¹ Pappa naturale di idrossiapatite, osteociti, cellule mesenchimali osteoblastiche, cellule progenitrici emopoietiche, piastrine, osteoinduttivi e fattori di crescita (inclusa la rhBMP2)

INTRODUZIONE

I metodi per colmare le perdite di sostanza ossea e per consolidare fratture in pseudartrosi, a disposizione oggi del chirurgo ortopedico, sono numerosi (2-5).

Vengono usati correntemente innesti di "Chips" di osso corticospongioso, innesti liberi microchirurgici di osso vascolarizzato, la compressione con fissatori esterni, i surrogati dell'osso, l'uso delle onde d'urto, vari farmaci e, recentemente, la rhBMP2 (o 7) (recombinant human Bone Morphogenetic Protein 2 o 7) associata a polvere o granuli di calciofosfato o altri sostituti d'osso.

Tutti questi metodi possono dare ottimi risultati ma richiedono tempi piuttosto lunghi per la consolidazione e alcuni sono molto costosi.

Oggi si parla molto della rhBMP2 (o 7)

Già alla fine degli anni '60 M. Urist della U.C.L.A. aveva capito che una particolare proteina era capace di indirizzare le cellule alla formazione di osso (6). Questa proteina fu poi identificata nel 1988 come proteina morfogenetica dell'osso

(B.M.P.) che venne poi usata clinicamente dal pioniere di questo trattamento: H. Sandhu della Cornell University di New York (7).

Questa proteina (8) appartiene alla *superfamiglia* di proteine TGF β (Transforming Growth Factors beta) ed è costituita da una catena polipeptidica omodimerica contenente 115 aminoacidi, del peso di 26.018 kDalton. È oggi prodotta con tecnologia ricombinante del DNA nella *Escherichia coli* (9).

Ha una grande capacità osteoinduttiva. Viene introdotta nella sede ricevente mescolata a polvere di sostituti di osso eventualmente associata a fattori di crescita.

È sufficiente l'uso di piccolissime quantità di rhBMP2 ma bisogna ricordare che essa costa 12.000 dollari al milligrammo.

MATERIALI E METODI

Con questa presentazione voglio riproporre un tipo di innesto osseo che avevo studiato e messo a

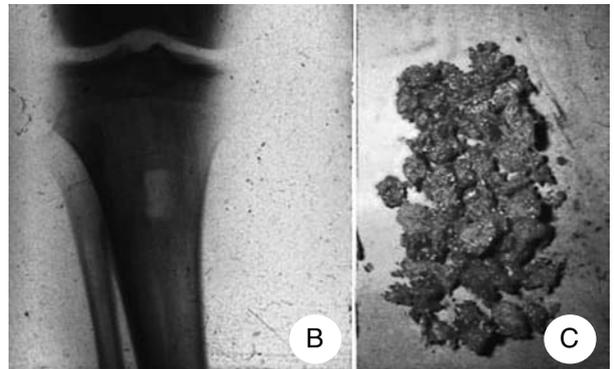


Figura 1. A-C) Prelievo della spongiosa dalla metaepifisi prossimale della tibia attraverso un piccolo opercolo della corticale; D, E) riduzione in pasta con un mortaio.

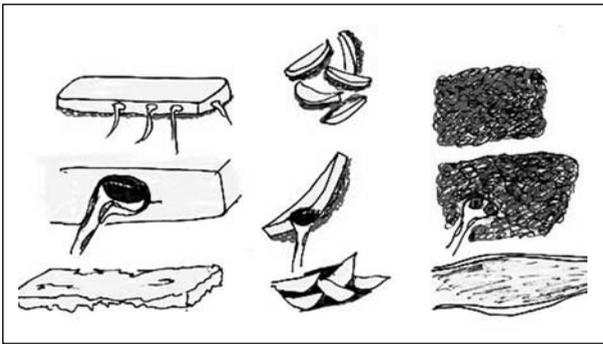


Figura 2. *A sinistra la demolizione strisciante della compatta ossea da erosione osteoclastica. Al centro: anche gli innesti corticospongiosi subiscono lo stesso riassorbimento nella loro componente corticale e comunque lasciano degli spazi vuoti tra un frammento e l'altro che ritardano la consolidazione. A destra la pasta di spugnosa malleabile: essa viene subito rivitalizzata da gettoni vascolari provenienti dai tessuti vicini. Sotto lo stimolo funzionale si forma anche una corticale.*

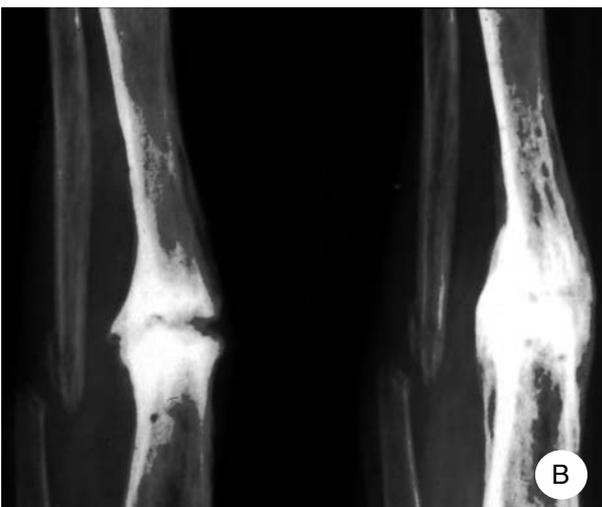


Figura 3. *A) Innesto di pasta di osso spugnoso malleabile in una pseudartrosi di tibia; B) consolidazione a tre mesi.*

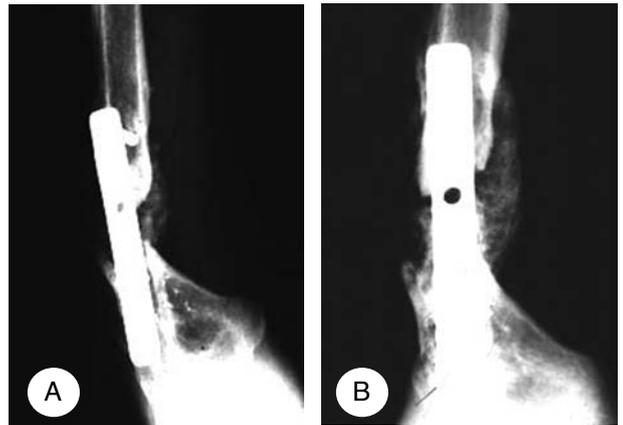


Figura 4. *A) Carenza di callo in una frattura distale di omero mal fissata; B) callo in avanzata consolidazione a 6 settimane.*

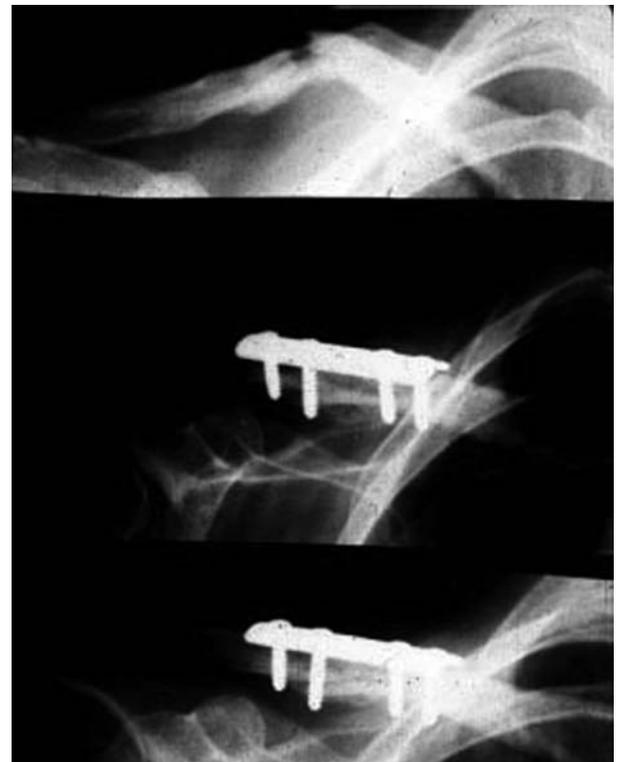


Figura 5. *Pseudartrosi di clavicola consolidazione con pasta di spugnosa e placca e viti in 10 settimane.*

punto nel 1964 a Chieti quando dirigevo il reparto ortopedico di quella città e che presentai poi al congresso della S.I.C.O.T. del 1972 in Israele e che da allora ho sempre usato.



Figura 6. Pseudartrosi dopo sintesi con placca e viti senza compattazione, eseguita altrove. Consolidazione dopo cambio della sintesi (chiodo di Rush che consente l'avvicinamento dei monconi e innesto di pasta di spongiosa. Controllo a 4 mesi.



Figura 8. Pseudartrosi di femore in paziente con precedente artrodesi di anca. Al centro consolidazione dopo innesto di pasta di spongiosa. A destra dopo disartrodesi e protesi totale d'anca.

Si tratta di una pasta di osso spongioso malleabile *naturale* che contiene tutti gli elementi necessari alla osteoinduzione ed alla rapida formazione di nuovo osso capace di organizzarsi e di produrre un osso solido in tempi molto più brevi di tutti gli altri metodi disponibili (con neocorticale che si forma rapidamente, sotto gli stimoli funzionali, quando necessario).

Questa pasta d'osso viene preparata rapidamente ed estemporaneamente senza costi aggiuntivi e



Figura 7. Consolidazione in tre mesi di innesto di spongiosa malleabile per artrodesi di gomito in un reimpianto.

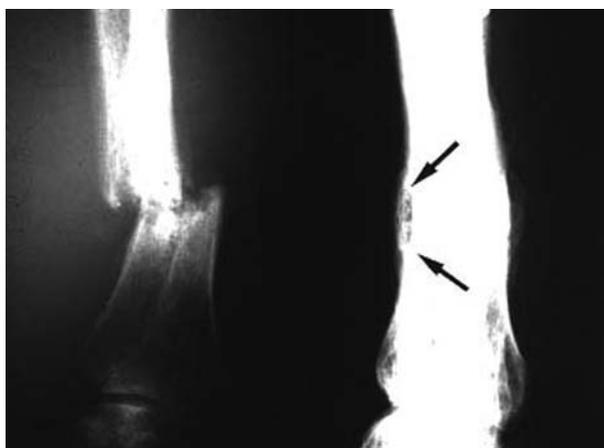


Figura 9. Grave ritardo di callo (8 mesi) di frattura di tibia. Consolidazione in tre mesi dopo innesto di osso spugnoso in pasta.

senza toccare la pelvi, prelevando con una "curette" dell'osso spongioso dalla metaepifisi prossimale della tibia attraverso un'incisione cutanea di 2 centimetri ed un piccolo opercolo praticato nella corticale dell'osso (Fig. 1).

I frammenti di spongiosa prelevati vengono poi pestati in un mortaio (ovviamente sterile) fino ad ottenere una pasta morbida, malleabile, capace di entrare in tutti gli anfratti del segmento ricevente e di formare rapidamente osso solido.

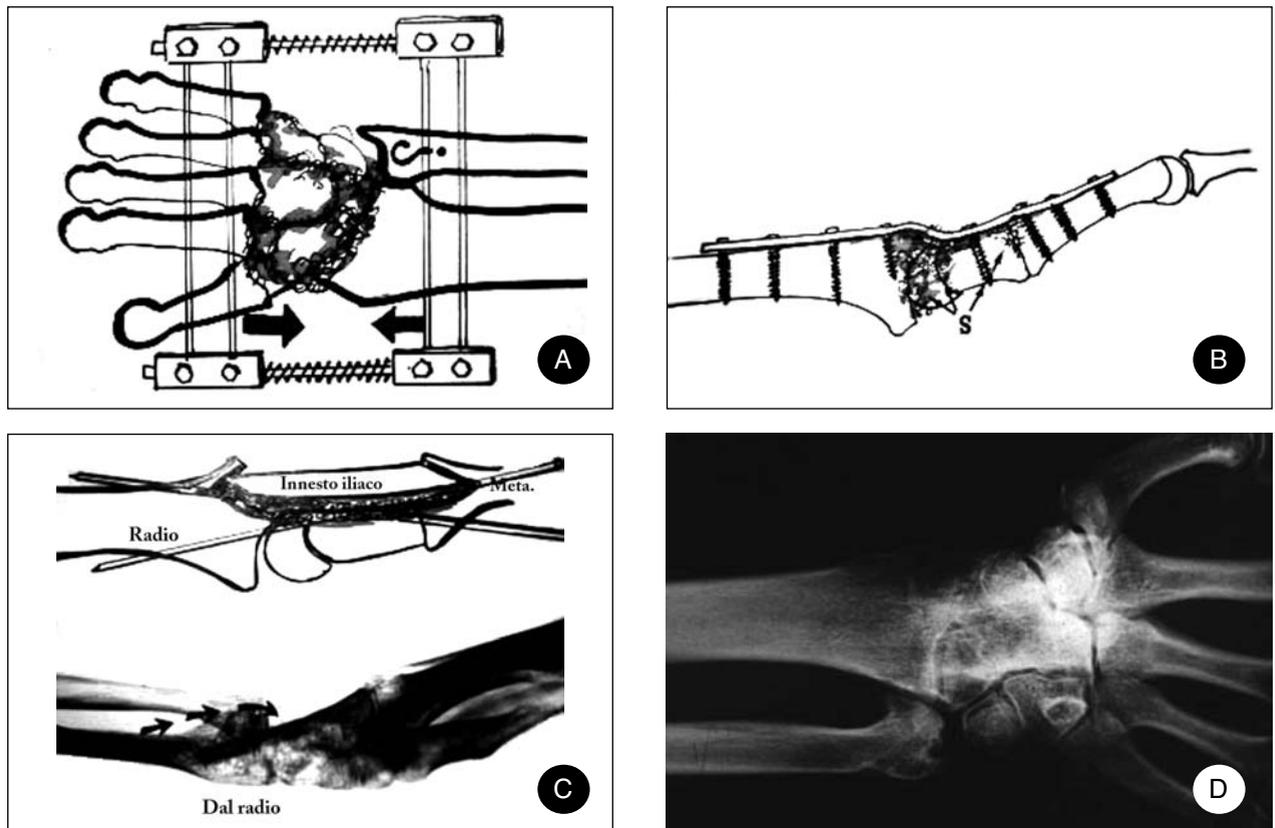


Figura 10. A) Schema dell'immissione della pasta di spongiosa in caso di artrodesi del polso con fissatori esterni; B) schema dell'uso della pasta in artrodesi del polso con placca e viti; C) schema di aggiunta di spongiosa malleabile ad artrodesi eseguita con innesto corticospongioso dall'ileo e dal radio; D) risultato radiografico di artrodesi solo con osso spugnoso malleabile.

Questa capacità di riempire tutti i più piccoli anfratti è utilissima nelle artrodesi fissate con mezzi di sintesi nelle quali anche l'uso di "chips" corticospugnose lascia sempre spazi vuoti che ritardano o compromettono la consolidazione.

Nei confronti degli innesti ossei di corticale ma anche corticospugnosi la "pasta di osso" ha il grande vantaggio che non deve subire la "creeping substitution" e cioè la demolizione strisciante dell'osso compatto che deve avvenire per mezzo degli osteoclasti prima della formazione di osso nuovo.

Infatti gli osteoclasti per mezzo della pompa protonica del loro orletto striato acidificano lo spazio extracellulare con un pH di 4,5 e solubilizzano i sali minerali dell'osso demolendolo gradualmente per lasciare spazio alla ricostruzione sostitutiva osteoblastica (Fig. 1 E).

Anche la parte compatta dei "chips" corticospugnosi deve subire questo processo.



Figura 11. Nelle artrodesi di spalla dopo la fissazione con placca e viti rimangono numerosi anfratti e molte zone senza un buon contatto della testa e della glenoide decorticate che ritardano la consolidazione. La pasta di osso spugnoso pressata all'interno della articolazione riempie tutti i recessi e rimette a contatto le superfici articolari cruentate.



Figura 12. *Artrodesi di polso ottenuta con pasta di osso spugnoso in reimpianto di mano al polso.*

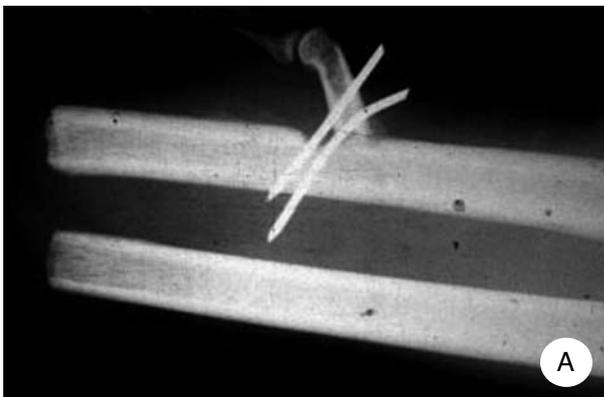


Figura 13. *A) Radiografia; B) risultato clinico di reimpianto sul radio (alla Wilki) di un indice in mano amputata non reimpiantabile. L'innesto sul radio è stato favorito da modesta quantità di osso spugnoso in pasta.*

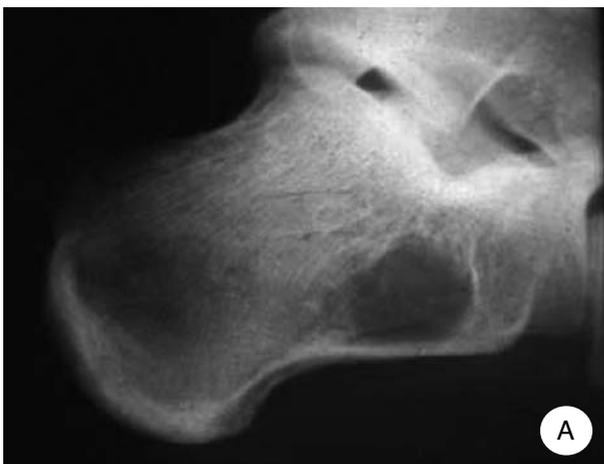


Figura 14. *Cisti ossea del calcagno. Riempimento con pasta di osso spugnoso malleabile.*

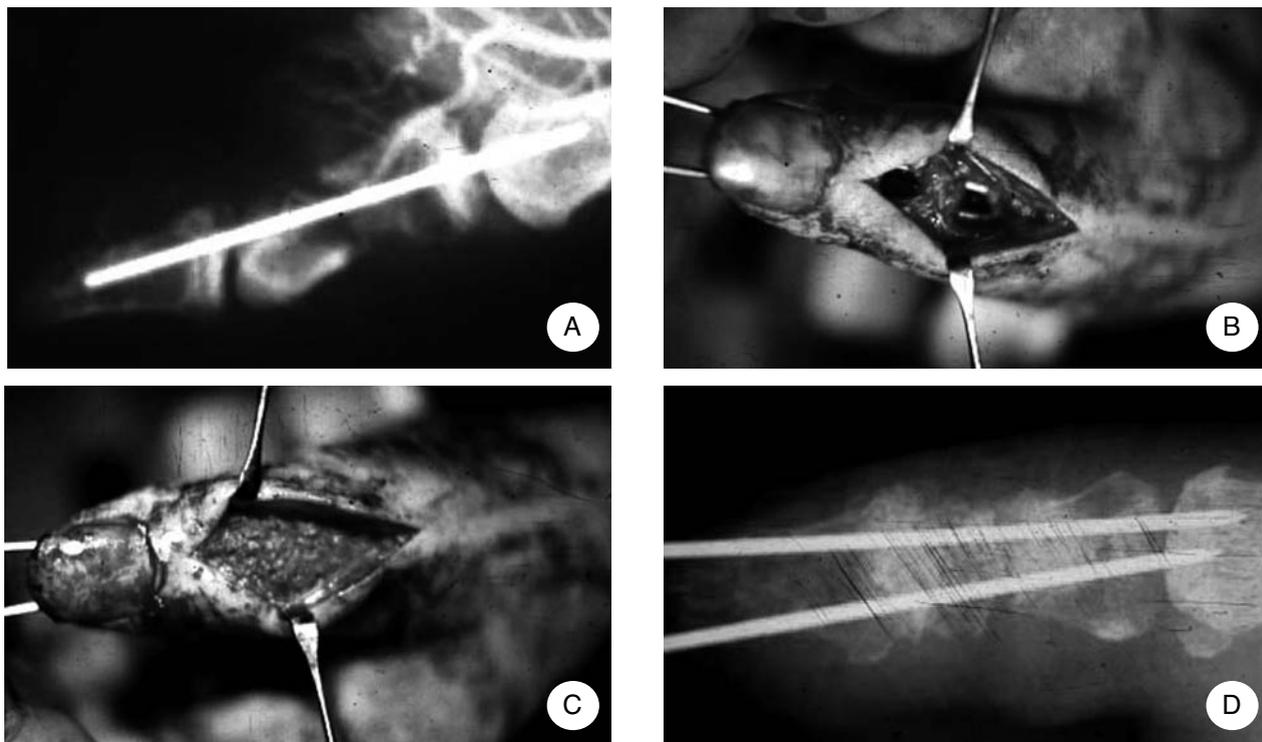


Figura 15. *A) Pseudartrosi di prima falange di pollice reimpiantato dovuta a cattiva fissazione (solo un filo di Kirschner); B) cruentazione della pseudartrosi e resezione della articolazione interfalangea; C) riempimento con pasta di osso spugnoso malleabile; D) avanzata consolidazione a 7 settimane; E) risultato finale.*

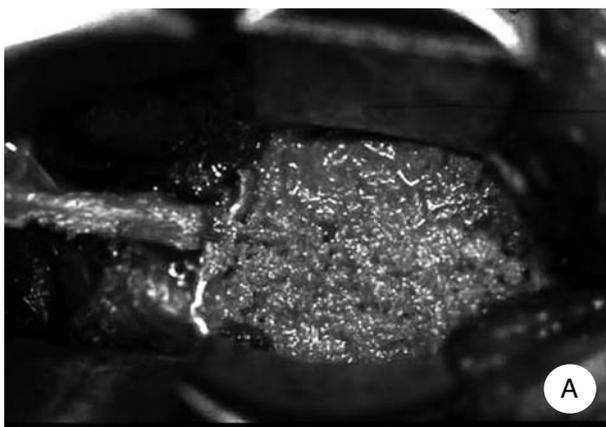


Figura 16. *A) Riempimento di tutto il tratto cruentato di lamine, processi articolari e traversi di L4-L5 e sacro per artrosi vertebrale in spondilo-Olistesi; B) risultato radiografico a 3 mesi.*

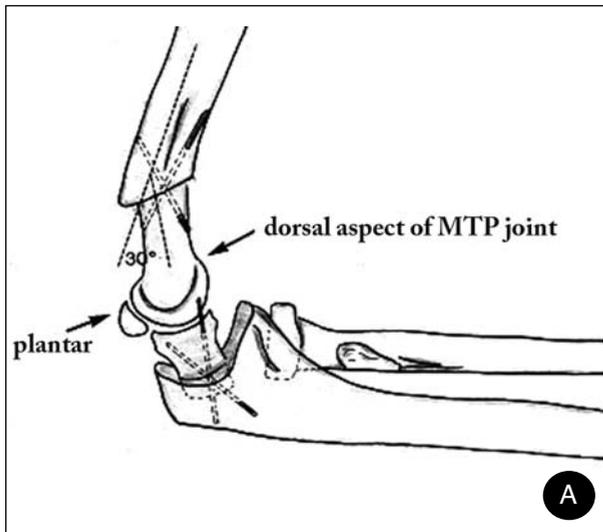


Figura 17. A) Schema di artroplastica del gomito per mezzo di una prima articolazione metatarso-falangea; B) risultato radiografico: la metatarso-falangea è stata fissata all'omero e all'ulna con l'aiuto di pasta di osso spongioso malleabile.



Figura 18. Risultato funzionale.

La pasta di osso spugnoso invece non richiede alcuna demolizione, permette ai vasi neoformati di rivitalizzare tutto l'innesto e di portare cellule mesenchimali osteoblastiche che assieme ai vari elementi osteoformatori contenuti nella pasta d'osso (osteociti, idrossiapatite, cellule mesenchimali osteoblastiche, piastrine, elementi emopoietici progenitori multipotenti, fattori osteoinduttivi delle citochine e fattori di crescita, inclusa la rhBMP2 e 7) formano osso nuovo che consolida in otto o dieci settimane ed è capace di formare una corticale di compatta che sarà poi modellata dalla funzione.

RISULTATI

Ho usato questa tecnica per numerose diverse indicazioni. L'indicazione principe è la pseudartrosi. Ho operato oltre 80 casi di pseudartrosi di ossa lunghe. Nelle forme ipertrofiche sclerotiche, in genere ho associato la decorticazione alla Judet la quale, sollevando bratte ossee osteoperiosteie associa una ulteriore stimolazione alla formazione di callo osseo (Figg. 2, 3).

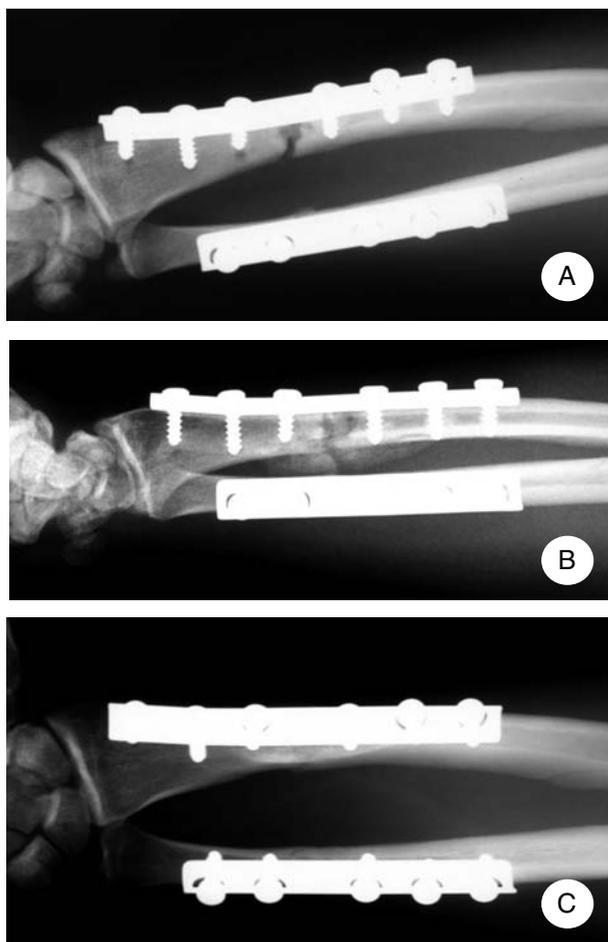


Figura 19. A) Assenza totale di callo a 10 mesi in frattura di radio nella quale la sintesi non consentiva il contatto dei due monconi di frattura. B) Si sarebbe dovuto fare un importante intervento di asportazione della sintesi e di sostituzione con altro mezzo di sintesi o con fissazione esterna con compressione. La consolidazione è stata ottenuta in tre mesi con un semplice innesto di pasta di spongiosa malleabile sotto il periostio del radio. L'innesto si è poi modellato formando a sua nuova corticale (C).

La pasta d'osso spugnoso malleabile, si presta bene ad essere usata in pseudartrosi mal fissate con placche e viti senza bisogno di cambiare i mezzi di sintesi e perciò con intervento molto meno importante (Figg. 4, 5, 19).

A volte il mezzo di sintesi ha dovuto essere sostituito o cambiato (Fig. 6).

Altre indicazioni particolari ed applicazioni in casi peculiari con i loro risultati sono mostrati dalle figure 7-19.

DISCUSSIONE

L'innesto di osso spugnoso malleabile si è dimostrato utile in casi nei quali altri innesti avrebbero probabilmente fallito. In nessun caso ho dovuto reintervenire.

La pasta d'osso spugnoso malleabile è certamente il mezzo più rapido, meno indaginoso e soprattutto più economico (Fig. 19) soprattutto rispetto alla rhBMP che ha costi enormi.

Per la sua rapida riabilitabilità è indicato anche nelle pseudartrosi infette, dopo estemporanea bonifica.

Controindicazione può essere un letto ricevente avascolare e sclerotico al quale si può ovviare aggiungendo all'intervento di innesto osseo un lembo fasciocutaneo o muscolocutaneo vascolarizzato, di rotazione o libero.

BIBLIOGRAFIA

1. Brunelli G. Soft cancellous bone grafts for non union and joint fusion. In Delchef J, de Marneffe R, Vander Elst E. 12° congres international de chirurgie orthopedique. Amsterdam: Excerpta Medica, 1973: 952-4.
2. Committee on biological implants. Bone graft substitutes: facts, fiction and applications. American Academy of Orthopaedic Surgeons, 70° annual meeting, New Orleans feb. 2003.
3. Finkemeier CG. Bone grafting and bone graft substitutes. J Bone Joint Surg 2002; 84A: 454-64.
4. Burkus JK. New bone graft techniques and application in the spine. Clinical update, Medscape 2002; 7/11.
5. Ray RD, Wezeman F. Studies using bone Homogenates and bone extracts to induce bone formation. In Delchef J, de Marneffe R, Vander Elst E: 12° Congres International de Chirurgie.

- gie Orthopedique. Amsterdam: Excerpta Medica, 1973: 958-9.
6. Urist M, Dowel TA, Hay PH, Strates BS. Inductive substrate for bone formation. *Clin Orthop* 1968; 59: 59-96.
 7. Sandhu HS, Luppen CA, Kanim LEA. Spinal application for recombinant Bone Morphodgenetic Protein. *State of the Art. Proc Natl Acad Sci USA* 1973; 70: 3511-5.
 8. Wang EA, Rosen V, D'Alessandro JS. Recombinant human bone morphogenetic protein induces bone formation. *Proc Natl Acad Sci USA* 1990; 87: 2220-4.
 9. Carofino BC, Lieberman JR. Gene therapy applications for fracture healing. *J Bone Joint Surg* 2008; 90A (suppl 1): 99-110.