



Gestione dei difetti acetabolari: l'uso di osso omologo

Luigino Turchetto^{1,a} (✉), Andrea Miti²

¹UOC di Ortopedia e Traumatologia, Ospedale di Portogruaro (VE), Portogruaro, Italia

²UOC di Ortopedia e Traumatologia, Ospedale dell'Angelo, Mestre, Italia

^alturchetto@tin.it

ABSTRACT – ACETABULAR BONE DEFECTS: BONE ALLOGRAFT INDICATIONS

Bone grafts are implanted materials that support or promote bone healing through an osteogenic, osteoconductive and/or osteoinductive mechanism to the local site. Acetabular bone deficiencies encountered during acetabular hip arthroplasty revision vary from cavitary or segmental defects to complete discontinuity. Several techniques exist to manage these defects. In this review we present the current surgical techniques for reconstructing the acetabular socket which includes a cementless acetabular component with morselised bone, structural allograft, reinforcement rings and bone cages. Segmental acetabular defects involving both columns with more than 50% of the graft supporting the cup suggest the application of ilioischial devices. The aim is to bridge areas of bone loss, providing immediate mechanical fixation. Acetabular reconstruction with the use of the antiprotrusion cage and allografts has to be considered as a reliable procedure to manage severe periprosthetic deficiencies with highly successful long-term outcomes in revision arthroplasty.

Publicato online: 9 novembre 2017

© Società Italiana Ortopedici Traumatologi Ospedalieri d'Italia 2017

Introduzione

La sostituzione protesica dell'articolazione coxofemorale è in continua crescita e interessa pazienti sempre più giovani ma, nonostante gli eccellenti risultati clinici a medio-lungo termine, un numero considerevole di pazienti subirà un successivo intervento di revisione parziale o totale dell'impianto protesico. Il fallimento della componente acetabolare si associa quasi sempre alla presenza di difetti ossei variabili da cavitario a segmentario fino alle forme più gravi di discontinuità pelvica. Le perdite di tessuto osseo possono essere ricolmate in relazione all'entità del danno con innesti ossei morcellizzati, massivi o con augment metallici porosi. Inoltre, in relazione alla localizzazione e alla resistenza meccanica dell'osso ospite residuo, sarà possibile utilizzare coppe cementate, press fit o anelli antiprotrusione. Gli obiettivi da perseguire in ogni revisione sono il rispetto dei tessuti molli, la ricostruzione del patrimonio osseo e la stabilità assoluta dell'impianto. Queste finalità sono tutte fortemente raccomandabili nei pazienti giovani che potrebbero necessitare di un'ulteriore procedura di revisione.

Storia dell'innesto osseo

L'era moderna degli innesti ossei inizia nel 1668 con il chirurgo tedesco Jacob van Meekeren che esegue un innesto di osso eterologo di cane sulla teca cranica di un soldato ferito in battaglia [1]. Il soldato guarì ma venne scomunicato perché ritenuto impuro. Il soldato chiese al chirurgo di asportare l'innesto osseo, che risultò completamente integrato. Il primo innesto osseo autologo venne eseguito in Germania nel 1820 dal chirurgo Philips von Walter che richiese il foro di una trapanazione cranica con un frammento d'osso. Nel 1861 Leopold Ollier, dopo i suoi studi sulla rigenerazione ossea, pubblica il *Traité de la régénération des os* dove, per la prima volta, viene usato il termine "innesto osseo" o *greffe osseuse*. Nello stesso periodo, Barth asseriva che l'osso, il periostio e il midollo osseo innestati morivano e venivano sostituiti dalla generazione di nuovo osso prodotto dalle cellule vive dell'osso circostante. Nel 1975, Hastings e Parker descrivono il trattamento di una protrusione acetabolare con una tecnica simile all'attuale *impaction bone-grafting* [2]. Tre anni dopo, McCollum e Nunley mostrarono le potenzialità dell'allograft morcellizzato nel trattamento della protrusione

ne acetabolare [3]. Nel 1983, Roffman et al. dimostrarono nell'animale le potenzialità di sopravvivenza delle chips ossee sottostanti lo strato di cemento [4]. L'innesto si presentava vitale con presenza di neoformazione ossea sull'interfaccia cemento-osso. Successivamente, Mendes et al. [5] svilupparono per la protrusione acetabolare la tecnica con mesh metalliche, chips ossee e cemento. Gli autori seguirono otto pazienti per sei anni senza eseguire revisioni, confermando l'incorporazione dell'innesto osseo. Nel 1984, Slooff et al. modificarono la tecnica definendola *impaction bone-grafting* [6]. I difetti ossei venivano gestiti con mesh metalliche, chips ossee impattate e la coppa di polietilene, applicata pressurizzando il cemento. La tecnica dell'*impaction bone-grafting* sul femore prossimale è stata sviluppata da Ling e collaboratori nel 1991 e successivamente descritta da Gie et al. nel 1997. L'efficacia di queste tecniche è supportata da studi clinici, radiografici, biomeccanici e istologici condotti su animali [8–11]. Sporer et al. [12] e O'Rourke et al. [13] riportano la ricostruzione dell'acetabolo utilizzando come allograft il femore distale o la tibia prossimale fissata con viti all'ileo prossimale. La cavità acetabolare veniva preparata con alesatori e la coppa non cementata multifori inserita a press fit con aggiunta di viti. Gli autori riportano 23 ricostruzioni acetabolari in difetti tipo Paprosky IIIA. A un follow-up medio di 10 anni, 5 dei 23 pazienti erano stati revisionati per mobilizzazione asettica. Considerando come end-point la mobilizzazione radiografica, la sopravvivenza a 10 anni risultava del 74%. Garbus et al. [14] riportano 33 revisioni acetabolari eseguite con allograft massivo supportante oltre il 50% della coppa. Al follow up medio di 7 anni il tasso di fallimento era del 45%. Nei vari studi l'elevato tasso di fallimenti è stato osservato quando l'innesto strutturale sostituiva oltre il 50% dell'acetabolo senza il supporto di una cage [15]. L'utilizzo su larga scala degli innesti ossei omologhi si è sviluppato con la creazione delle moderne banche dell'osso, nate con le nuove tecniche di refrigerazione. Nel 1947, Bush e Wilson riportano la necessità di conservare gli innesti ossei a una temperatura di $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ [16]. Nel 1951, Mouly, Sicar e Herbert fondarono la prima banca dell'osso francese, ma la prima grande banca per innesti osteoarticolari congelati venne creata da Gross nel 1970 [17].

Interazione tra biologia e meccanica

I risultati a medio-lungo termine delle revisioni acetabolari eseguite con osso omologo dipendono dall'interazione biologica tra innesto e osso ospite. Questo processo è strettamente correlato alla stabilità meccanica del complesso osso ospite, innesto e protesi. Uno dei primi report istologici, condotto su un caso di *impaction bone-grafting* femorale a 3,5 anni dall'intervento di revisione [18] evidenziò come l'innesto fosse stato in gran parte sostituito da nuovo osso

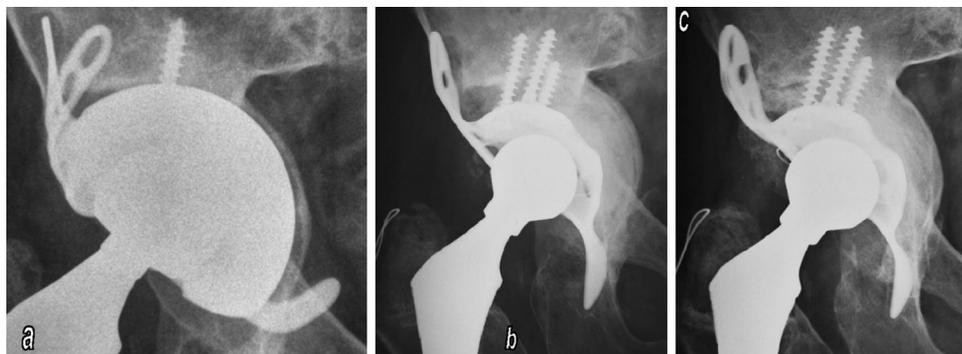
corticale per oltre il 90%. L'interfaccia osso-cemento risultava simile a quanto rilevabile in caso di impianto primario con aree di contatto diretto tra tessuto osteoide e cemento [19]. Il processo di osteointegrazione viene condizionato da tre fenomeni:

1. osteoinduzione: la morcellizzazione incrementa la superficie di contatto rilasciando fattori di crescita
2. osteoconduzione: l'innesto impattato agisce come impalcatura
3. stimolo meccanico: questo produce deformazioni che stimolano la formazione ossea.

Riassumendo, l'incorporazione dell'innesto osseo dipende dall'interazione tra fattori biologici e meccanici [20]. I fattori biologici più importanti sono la qualità dell'innesto, le modalità di conservazione e la vascolarizzazione dell'osso ospite. I fattori meccanici sono la stabilità del costruito e la deformazione meccanica dell'innesto [21].

La revisione acetabolare con allograft osseo può essere condotta utilizzando osso strutturato o morcellizzato con o senza la protezione di una cage [22]. Solitamente, quando l'innesto strutturale ricostruisce oltre il 50% dell'acetabolo, è necessario proteggerlo dal carico con una cage. I difetti contenitivi, talvolta molto ampi, possono essere ricolmati con un voluminoso innesto osseo morcellizzato e pressurizzato. La coppa di polietilene viene posizionata pressurizzando il cemento [6], o con l'interposizione di una cage a protezione dell'innesto osseo (Fig. 1). I difetti ossei segmentari non contenitivi dell'acetabolo vengono classificati come superiori o inferiori al 50% e possono richiedere l'uso di un allograft strutturale. L'uso dell'innesto massivo è controverso e solitamente viene limitato ai casi con estese perdite ossee [23, 24]. Nel 1994, Paprosky e Magnus [25] pubblicarono i risultati delle loro revisioni eseguite utilizzando con allograft strutturali e coppe cementate. In generale, quando la ricostruzione superava il 50% dell'acetabolo risultava indispensabile proteggere l'innesto con una cage, utile al ripristino del centro di rotazione, nel garantire un carico uniforme sull'allograft con stimolazione del rimodellamento e dell'osteointegrazione dell'innesto con l'osso ospite [26]. Le cage e gli anelli antipotrusione permettono al chirurgo la cementazione dell'inserto in polietilene in ogni posizione utile, indipendentemente dall'orientamento dell'anello, proteggendo l'osso strutturato o morcellizzato durante la fase di rimodellamento (Fig. 2). In caso di fallimento sarà possibile eseguire la nuova revisione anche con una coppa non cementata [27]. Le indicazioni per l'uso di un innesto osso massivo o morcellizzato con cage non sono chiare. Il vantaggio dell'innesto massivo è il ripristino di un'estesa perdita ossea con supporto meccanico immediato. Lo svantaggio è rappresentato dalla lenta e limitata rivascularizzazione con progressivo indebolimento meccanico [28, 29]. Al contrario, la ricostruzione con osso omologo morcellizzato e cage mostra un rapido

Fig. 1 - a Paziente femmina, 69 anni. Seconda revisione con mobilizzazione della coppa. **b** 18 mesi postop.: dopo innesto di osso omoplastico morcellizzato decongelato e impianto di anello di BS con segni di rimaneggiamento osseo. **c** 8 anni postop.: completa osteointegrazione dell'innesto con lamina quadrilatera, senza segni di radiolucenza



rimaneggiamento e incorporazione dell'innesto. La stabilità strutturale viene garantita dalla corretta e meticolosa tecnica di impattazione dell'innesto e impianto della cage (Fig. 3) [28].

Indicazioni

Piccoli difetti cavitari possono essere gestiti con un semplice incremento dell'alesaggio, aumentando la superficie di contatto tra osso nativo e impianto. La coppa viene impattata nella cavità acetabolare con o senza l'ausilio di viti. Difetti cavitari contenitivi maggiori con bordo, colonne e tetto acetabolare conservati (Paprosky I) vengono ricolmati con osso morcellizzato e l'impianto di una coppa press fit con o senza viti aggiuntive [30, 31]. In questi casi la letteratura raccomanda il contatto della protesi con almeno il 50% di osso nativo [30, 32].

In caso di deficit segmentari superiori, il chirurgo potrà considerare la possibilità di elevare il centro di rotazione utilizzando una coppa emisferica o di ripristinarlo con un innesto osseo massivo e una coppa press fit con o senza viti. Le cage antiprotrusione sono solitamente indicate nei difetti Tipo III con moderato innalzamento del centro di rotazione, distruzione del *tear drop* e della linea di Kohler. La cage, costruita in lega di titanio, trasferisce le forze di carico alla periferia della cavità acetabolare mediante le flange iliaca e ischiatica che garantiscono un completo e intimo contatto con l'osso nativo. La stabilità primaria dell'impianto contro l'osso iliaco viene raggiunta con viti da spongiosa [33, 34]. La cage protegge l'innesto osseo sottostante dal carico evitando il riassorbimento, permettendo il processo di rimodellamento e l'osteointegrazione con l'osso nativo. La reale sopravvivenza delle cage non è chiara ma varia dal 70 al 100%, in accordo con Sembrano e collaboratori, che riportano gli endpoint di fallimento dei vari studi [34, 35]. Regis et al., in revisioni Paprosky IIIA (32%) e IIIB (68%) trattate con allograft strutturato e cage antiprotrusione, hanno riportato un tasso di sopravvivenza dell'87% (49/56) a un follow-up medio di 11,7 anni, avendo come endpoint l'evidenza radiografica di osteointegrazione e rimodellamento dell'innesto [36]. La

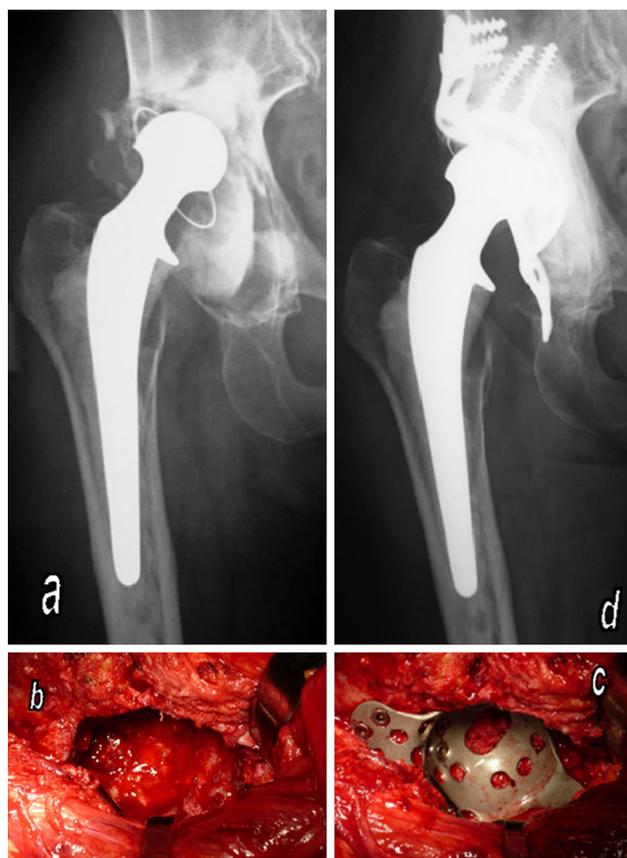


Fig. 2 - a Paziente femmina, 76 anni. 12 anni postop.: mobilizzazione coppa cementata con innalzamento del centro di rotazione e deficit della colonna anteriore. **b** Post-rimozione del cemento e del tessuto di granulazione reattivo; cruentazione del piano osseo. Tutta la superficie acetabolare si presenta sanguinante. **c** Risultato post-innesto di osso morcellizzato decongelato omoplastico e impianto di un anello di Burch Schneider con flangia distale inserita nell'osso ischiatico. **d** 11 anni postop.: l'osso innestato si presenta osteointegrato e l'anello risulta stabile senza linee di radiolucenza

scarsa porosità della superficie della cage può compromettere l'osteointegrazione con l'osso ospite [34] e il suo uso nella



Fig. 3 - a Paziente femmina, 84 anni. Affetta da artrite reumatoide. Mobilizzazione coppa acetabolare per frattura lamina quadrilatera e colonna anteriore. **b** Accesso anteriore all'anca. Innesto di osso omologo

morcellizzato decongelato e impianto di anello di Burch Schneider. **c** 18 mesi postop.: rimodellamento osseo senza segni di radiolucenza

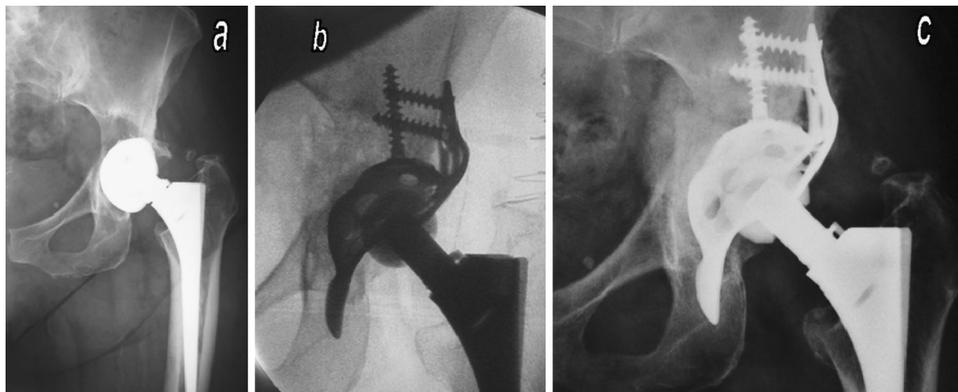


Fig. 4 - Paziente femmina, 74 anni. 14 anni postop. **a** Mobilizzazione coppa acetabolare con discontinuità pelvica. **b** Controllo intraop. dopo innesto di osso spongioso morcellizzato decongelato, impianto di

anello antiprotrusione di Burch Schneider e cementazione di coppa in polietilene. **c** Controllo rX a 12 mesi con segni di rimodellamento dell'innesto e consolidazione della discontinuità pelvica

discontinuità pelvica (Fig. 4) può talvolta associarsi a rottura da fatica [30, 38].

Discussione

La tecnica dell'*impaction bone-grafting* consente al chirurgo di creare un costrutto stabile e al contempo di ripristinare il bone stock per future revisioni. Le particelle di osso autologo garantiscono un'affidabile osteointegrazione grazie alle intrinseche proprietà osteogenetiche. L'allograft spongioso morcellizzato presenta proprietà osteoconduttive e funziona da scaffold, esaltando così la neoformazione ossea sulla sua superficie. Gli studi istologici hanno dimostrato una consistente incorporazione delle particelle di allograft utilizzato nel trattamento del deficit osseo acetabolare [45, 50, 51, 53]. Diversi studi riportano ottimi risultati nelle revisioni acetabolari con grave bone loss, utilizzando innesto osseo omoplastico e coppe cementate [40, 42, 46-48]. Negli ultimi decenni, gli impianti non cementati hanno acquisito maggior

popolarità sia nei primi impianti che negli interventi di revisione per la maggior semplicità d'uso, la fissazione biologica e il tasso di successo. Gli studi condotti sulla revisione acetabolare con *impaction bone-grafting* e coppe non cementate hanno dimostrato risultati incoraggianti [44, 49, 50, 52] qualora il contatto coppa porosa-osso ospite sia di almeno il 50% della superficie totale [41, 43, 51]. Garcia-Cimbrelo et al. [41] riportano un elevato tasso di fallimenti con l'uso di coppe non cementate qualora il difetto osseo sia superiore al 50%. Per questa ragione, quando il residuo stock di osso ospite risulta insufficiente a supportare la coppa porosa non cementata, viene raccomandato un innesto osseo strutturale con associato *impaction bone-grafting* e un anello di rinforzo ogniqualvolta vi sia un significativo deficit osseo in corrispondenza della colonna posteriore o del tetto acetabolare [29, 52, 53]. Recentemente, gli stessi autori, in caso di fallimento dell'anello o quando l'osso ospite residuo risulti inferiore al 50%, propongono l'uso di augments metallici porosi [44, 48, 49, 54, 55]. Perka e coll. [39] riportano come unica controindicazione all'uso dell'anello antiprotrusione il defi-

cit di colonna posteriore. Gli studi radiografici evidenziano un'affidabile osteointegrazione e rimodellamento dell'inneso osseo auto- e alloplastico con formazione di trabecole ossee nei primi sei mesi. L'eventuale formazione di linee di radiolucenza non sono state associate a una maggior incidenza di migrazione o mobilizzazione [42, 43]. La revisione acetabolare con la tecnica dell'*impaction bone-grafting* associato all'uso di coppe cementate, press fit o ad anelli antiprotrusione rimane una tecnica sicura e affidabile nella gestione dei difetti ossei cavitari o segmentari nella chirurgia primaria e nella revisione delle componenti acetabolari.

CONFLITTO DI INTERESSE Gli autori Luigino Turchetto e Andrea Miti dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse.

CONSENSO INFORMATO E CONFORMITÀ AGLI STANDARD ETICI Tutte le procedure descritte nello studio e che hanno coinvolto esseri umani sono state attuate in conformità alle norme etiche stabilite dalla dichiarazione di Helsinki del 1975 e successive modifiche. Il consenso informato è stato ottenuto da tutti i pazienti inclusi nello studio.

HUMAN AND ANIMAL RIGHTS L'articolo non contiene alcuno studio eseguito su esseri umani e su animali da parte degli autori.

Bibliografia

- de Boer HH (1988) The history of bone graft. *Clin Orthop Relat Res* 226:292–298
- Hastings DE, Parker SM (1975) Protrusion acetabuli in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 108:76–83
- McCullum DE, Nunley JA (1978) Bone grafting in acetabular protrusion: a biological buttress. In: Nelson CL (ed) *The hip: proceedings of the sixth open scientific meeting of the hip society*. CV Mosby, St. Louis, pp 124–146
- Roffman M, Silbermann M, Mendes DG (1983) Incorporation of bone graft covered with methylmethacrylate onto the acetabular wall. An experimental study. *Acta Orthop Scand* 54:580–583
- Mendes DG, Roffman M, Silbermann M (1984) Reconstruction of the acetabular wall with bone graft in arthroplasty of the hip. *Clin Orthop* 186:29–37
- Slooff TJ, Huiskes R, van Horn J, Lemmens AJ (1984) Bone grafting in total hip replacement for acetabular protrusion. *Acta Orthop Scand* 55:593–596
- Gie GA, Linder L, Ling RS et al (1993) Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty. *J Bone Jt Surg Br* 75:14–21
- Nelissen RG, Bauer TW, Weidenhielm LR et al (1995) Revision hip arthroplasty with the use of cement and impaction grafting. Histological analysis of four cases. *J Bone Jt Surg Am* 77:412–422
- Ullmark G, Linder L (1998) Histology of the femur after cancellous impaction grafting using a Charnley prosthesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 117:170–172
- Schimmel JW, Buma P, Versleyen D et al (1998) Acetabular reconstruction with impacted morselized cancellous allografts in cemented hip arthroplasty: a histological and biomechanical study on the goat. *J Arthroplast* 13:438–448
- Malkani AL, Voor MJ, Fee KA, Bates CS (1996) Femoral component revision using impacted morselized cancellous graft. A biomechanical study of implant stability. *J Bone Jt Surg Br* 78:973–978
- Garino JP (2002) The use of impaction grafting in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplast* 17(4 Suppl 1):94–97
- Lonner JH, Lotke PA, Kim J, Nelson C (2002) Impaction grafting and wire mesh for uncontained defects in revision knee arthroplasty. *Clin Orthop* 404:145–151
- Garbuz D, Morsi E, Gross AE (1996) Revision of the acetabular component of a total hip arthroplasty with a massive structural allograft. Study with a minimum five-year follow-up. *J Bone Jt Surg Am* 78:693–697
- Patel S, Sukeik M, Haddad FS (2013) Initial implant stability predicts migration but not failure in cementless acetabular revision with bone grafting. *J Arthroplast* 28:832–837
- Bush LF (1947) The use of homogenous bone grafts. *J Bone Jt Surg* 29:620–628
- Gross AE, McKee NH, Pritzker KP, Langer F (1983) Reconstruction of skeletal deficits at the knee, a comprehensive osteochondral transplant program. *Clin Orthop* 174:96–106
- Ling RS, Timperley AJ, Linder L (1993) Histology of cancellous impaction grafting in the femur. A case report. *J Bone Jt Surg Br* 75:693–696
- Tagil M (2000) The morselized and impacted bone graft. Animal experiments on proteins, impaction and load. *Acta Orthop Scand Suppl* 290:1–40
- Stevenson S, Emery SE, Goldberg VM (1996) Factors affecting bone graft incorporation. *Clin Orthop* 324:66–74
- Wang JS, Tagil M, Aspenberg P (2000) Load-bearing increases new bone formation in impacted and morselized allografts. *Clin Orthop* 378:274–281
- Buttaro MA, Comba F, Pusso R, Piccaluga F (2008) Acetabular revision with metal mesh, impaction bone grafting, and a cemented cup. *Clin Orthop Relat Res* 466:2482–2490
- Brubaker SM, Brown TE, Manaswi A et al (2007) Treatment options and allograft use in revision total hip arthroplasty the acetabulum. *J Arthroplast* 22(7 Suppl 3):52–56
- Murphy SB (2005) Management of acetabular bone stock deficiency. *J Arthroplast* 20(4 Suppl 2):85–90
- Paprosky WG, Magnus RE (1994) Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. Acetabular technique. *Clin Orthop Relat Res* 298:147–155
- Issack PS, Nousiainen M, Beksac B et al (2009) Acetabular component revision in total hip arthroplasty. *Am J Orthop* 38:550–556
- Gross AE (2006) Restoration of acetabular bone loss 2005. *J Arthroplast* 21(4 Suppl 1):117–120
- Stevenson S (1999) Biology of bone grafts. *Orthop Clin North Am* 30:543–552
- Gross AE, Goodman S (2004) The current role of structural grafts and cages in revision arthroplasty of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 429:193–200
- Burns AW, McCalden RW (2006) Current techniques and new developments in acetabular revision surgery. *Curr Orthop* 20:162–170
- Peng KT, Hsu WH, Shih HN et al (2014) Revision total hip arthroplasty for large medial defects with witch's hatshaped structural allografts-minimum 10-year follow-up. *J Arthroplast* 29:428–431
- Taylor ED, Browne JA (2012) Reconstruction options for acetabular revision. *World J Orthop* 3:95–100
- Villanueva M, Rious-Luna A, Pereiro De Lamo J et al (2008) A review of the treatment of pelvic discontinuity. *HSS J* 4:128–137
- Sembrano JM, Cheng EY (2008) Acetabular cage survival and analysis of factors related to failure. *Clin Orthop Relat Res* 466:1657–1665
- Winter E, Piert M, Volkmann R et al (2001) Allogeneic cancellous bone graft and a Burch-Schneider ring for acetabular re-

- construction in revision hip arthroplasty. *J Bone Jt Surg Am* 83:862–867
36. Regis D, Magnan B, Sandri A, Bartolozzi P (2008) Long-term results of anti-protrusio cage and massive allografts for the management of peri-prosthetic acetabular bone loss. *J Arthroplast* 23:826–832
 37. Van Kleunen JP, Lee G, Lementowsky PW et al (2009) Acetabular revisions using trabecular metal cups and augments. *J Arthroplast* 24:64–68
 38. Peters CL, Miller M, Erickson J et al (2004) Acetabular revision with a modular anti-protrusio acetabular component. *J Arthroplast* 19:67–72
 39. Wassilew GI, Perka C, Janz V et al (2012) Use of an ultrasound-based navigation system for an accurate acetabular positioning in total hip arthroplasty: a prospective, randomized, controlled study. *J Arthroplast* 27(5):687–694
 40. Emms NW, Buckley SC, Stockley I et al (2009) Mid- to long-term results of irradiated allograft in acetabular reconstruction: a follow-up report. *J Bone Jt Surg Br* 91(11):1419–1423
 41. Garcia-Cimbrelo E, Cruz-Pardos A, Garcia-Rey E, Ortega-Chamarro J (2010) The survival and fate of acetabular reconstruction with impaction grafting for large defects. *Clin Orthop Relat Res* 468(12):3304–3313
 42. Haddad FS, Rayan F (2009) The role of impaction grafting: the when and how. *Orthopedics* 32(9). doi:[10.3928/01477447-20090728-19](https://doi.org/10.3928/01477447-20090728-19)
 43. Lachiewicz PF, Poon ED (1998) Revision of a total hip arthroplasty with a Harris-Galante porous-coated acetabular component inserted without cement. A follow-up note on the results at five to twelve years. *J Bone Jt Surg Am* 80(7):980–984
 44. Leopold SS, Jacobs JJ, Rosenberg AG (2000) Cancellous allograft in revision total hip arthroplasty. A clinical review. *Clin Orthop Relat Res* 371:86–97
 45. Oakes DA, Cabanela ME (2006) Impaction bone grafting for revision hip arthroplasty: biology and clinical applications. *J Am Acad Orthop Surg* 14(11):620–628
 46. Schreurs BW, Slooff TJ, Buma P et al (1998) Acetabular reconstruction with impacted morsellised cancellous bone graft and cement. A 10- to 15-year follow-up of 60 revision arthroplasties. *J Bone Jt Surg Br* 80(3):391–395
 47. Slooff TJ, Buma P, Schreurs BW et al (1996) Acetabular and femoral reconstruction with impacted graft and cement. *Clin Orthop Relat Res* 324:108–115
 48. Hanssen AD, Lewallen DG (2005) Modular acetabular augments: composite void fillers. *Orthopedics* 28(9):971–972
 49. Nehme A, Lewallen DG, Hanssen AD (2004) Modular porous metal augments for treatment of severe acetabular bone loss during revision hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 429:201–208
 50. Etienne G, Bezwada HP, Hungerford DS, Mont MA (2004) The incorporation of morselized bone grafts in cementless acetabular revisions. *Clin Orthop Relat Res* 428:241–246
 51. van der Donk S, Buma P, Slooff TJ et al (2002) Incorporation of morselized bone grafts: a study of 24 acetabular biopsy specimens. *Clin Orthop Relat Res* 396:131–141
 52. Hansen E, Ries MD (2006) Revision total hip arthroplasty for large medial (protrusio) defects with a rim-fit cementless acetabular component. *J Arthroplast* 21(1):72–79
 53. Xu ZJ, He RX (2010) Selection of allografts for impaction bone grafting for bone defect reconstruction on the acetabular side. *Chin Med J (Engl)* 123(21):3143–3147
 54. Schreurs BW, Bolder SB, Gardeniers JW et al (2004) Acetabular revision with impacted morsellised cancellous bone grafting and a cemented cup. A 15- to 20-year follow-up. *J Bone Jt Surg Br* 86(4):492–497
 55. Pereira GC, Kubiak EN, Levine B et al (2007) Cavitary acetabular defects treated with morselized cancellous bone graft and cementless cups. *Int Orthop* 31(4):445–450