

M. Mariconda
M. Rizzo
G. Balato

*Cattedra di Ortopedia e Traumatologia,
Dipartimento di Sanità Pubblica,
Università "Federico II" di Napoli*

Planning chirurgico nelle revisioni acetabolari

Planning in acetabular revision of total hip arthroplasty

Riassunto

La revisione della componente acetabolare rappresenta una procedura complessa, soprattutto in pazienti con difetti ossei segmentari e/o cavitari severi e qualità ossea compromessa. La stadiazione dell'entità del difetto osseo sugli esami preoperatori di diagnostica per immagini è fondamentale per valutare la migliore strategia chirurgica. A tale scopo, la classificazione di Paprosky resta un punto di riferimento. La pianificazione dell'impianto da utilizzare, specialmente nelle procedure complesse di revisione acetabolare, è essenziale. Storicamente la pianificazione preoperatoria si è avvalsa dell'utilizzo di lucidi in scala, che riproducevano il profilo e le misure della componente protesica prescelta per l'impianto, con evidenti errori di magnificazione. Si è quindi gradualmente passati al planning bidimensionale digitale con software dedicato che utilizza immagini dematerializzate su PACS sulle quali viene valutato il posizionamento del cotile da revisione da impiegare scelto in una libreria di impianti costantemente aggiornata. Tuttavia, specialmente per quanto riguarda l'entità dei difetti ossei cavitari e la valutazione dell'antiversione del componente acetabolare, il planning bidimensionale è suscettibile di errore. È stata pertanto introdotta la pianificazione tridimensionale su tomografia computerizzata (TC), che rappresenta il gold standard per la determinazione accurata del difetto osseo e della posizione della coppa acetabolare sui vari piani dello spazio. Con la pianificazione TC è possibile realizzare un modello 3D in materiale plastico del bacino, in modo da verificare, nei difetti ossei tipo III, il fitting di componenti acetabolari da revisione standard o la necessità di ricorrere a componenti custom-made.

Parole Chiave: pianificazione preoperatoria, revisione protesi anca, difetti acetabolari

Summary

Revision of the acetabular component is a complex procedure, especially in patients with severe segmental and / or cavitary bone defects and impaired bone quality. Staging the bone defect on preoperative imaging is essential to assess the best surgical strategy. For this reason, the Paprosky classification remains a reference point. The preoperative planning of the implant, especially in complex acetabular revision procedures, is essential. Historically preoperative planning was carried out overlaying transparencies, which reproduced the profile and measurements of the prosthetic component chosen for the implant, with obvious errors in magnification. We then gradually switched to digital two-dimensional planning with dedicated software and images on PACS on which is evaluated the position of the revision cup, in a constantly updated library of models. However, especially with regard to the severity of cavity bone defects and the evaluation of the integration of the acetabular component, two-dimensional planning is susceptible to error. Three-dimensional computerized tomography (CT) planning was therefore introduced, and actually represents the gold standard for the accurate determination of the bone defect and the position of the acetabular cup in the various planes of space. With the TC planning it is possible to realize a 3D plastic model of the pelvis, in order to verify, in the type III bone defects, the fitting of standard acetabular components for revision or custom-made components

Key words: preoperative planning, hip revision, acetabular defects classification

Introduzione

Nonostante il continuo miglioramento delle tecniche chirurgiche e del design di impianto, il numero delle revisioni di artroprotesi totale di anca (PTA) è in continuo aumento¹. La revisione della componente acetabolare rappresenta una procedura

Indirizzo per la corrispondenza:
Massimo Mariconda
maricond@unina.it

complessa, soprattutto in pazienti con difetti ossei segmentari e/o cavitari severi e qualità ossea compromessa. L'obiettivo di una revisione acetabolare consiste nel ripristino di un'anatomia e di una geometria articolari normali o prossime al normale, trattando contestualmente e per quanto possibile la perdita ossea precedente all'intervento e quella dovuta alle manovre intraoperatorie necessarie per la rimozione delle componenti protesiche e del cemento. La gestione delle mobilizzazioni pone quattro problemi principali: la reintegrazione del bone stock perduto, il ripristino del centro di rotazione dell'acetabolo, la fissazione stabile della nuova componente acetabolare ed il recupero della lunghezza dell'arto inferiore. In genere, recuperando il centro di rotazione si corregge anche l'eterometria longitudinale degli arti inferiori, ma la principale difficoltà nella chirurgia di revisione acetabolare è la valutazione ed il trattamento della perdita ossea.

La caratteristica del difetto osseo, in termini di *estensione* e *localizzazione*, rappresenta il principale fattore che influenza la metodica di ricostruzione acetabolare ed il risultato finale. Per sfruttare a pieno le moderne tecnologie ricostruttive acetabolari è necessaria una dettagliata valutazione tridimensionale e la classificazione preoperatoria del difetto osseo, al fine di pianificare, con approccio personalizzato, l'impianto da adoperare e la strategia di trattamento dell'eventuale difetto osseo.

Classificazione dei difetti ossei acetabolari

Al fine di standardizzare la valutazione preoperatoria del difetto osseo e pianificare un'adeguata metodica di trattamento chirurgico, nel corso degli ultimi venti anni sono stati sviluppati e proposti numerosi sistemi di classificazione dei difetti ossei acetabolari ²⁻⁷. La classificazione di Paprosky ⁵ è frequentemente utilizzata per quantificare l'entità della perdita di sostanza acetabolare ed indirizzare il chirurgo verso la corretta strategia di revisione della protesi totale d'anca. Nonostante le soluzioni proposte per colmare il deficit osseo acetabolare siano state in qualche misura superate dall'avvento delle nuove tecnologie ricostruttive, la classificazione di Paprosky resta essenziale per la stadiazione dell'entità del difetto e per la pianificazione preoperatoria. Questo sistema classificativo, validato ed affidabile ⁸, prevede tre gradi di crescente severità del difetto acetabolare

I difetti di tipo I si caratterizzano per un'osteolisi di grado minimo con integrità della fossa acetabolare. La perdita ossea è minima, il margine acetabolare è intatto e non vi è migrazione delle componenti protesiche cotiloidee.

I difetti di tipo II comprendono quelli in cui si verifica una

migrazione del cotile in direzione craniale inferiore a 2 cm e una migrazione mediale, con integrità delle colonne conservate.

I difetti di tipo II comprendono tre sottotipi:

- il tipo *II A* è caratterizzato dalla migrazione supero-mediale del cotile, mentre il margine acetabolare risulta indenne;
- il tipo *II B* presenta una migrazione in senso supero-laterale del cotile con perdita ossea segmentaria del bordo acetabolare superiore;
- il tipo *II C* implica la lisi del teardrop, con conseguente perdita ossea del muro mediale.

I deficit di tipo I e II presentano almeno il 70% di osso ospite conservato, una volta che la componente acetabolare è stata rimossa ed è stata preparata la cavità. In questi casi l'utilizzo di cotili emisferici in titanio o tantalio trabecolare, con o senza l'ausilio di viti, consente di ottenere buoni risultati ⁹. L'impiego di innesti ossei morcellizzati, autologhi o di banca, permette di migliorare il bone stock ed implementare l'osteointegrazione secondaria del componente non cementato. Nel difetto di tipo II B, il cotile presenta una morfologia oblunga, per la quale si rende necessario l'uso di un impianto di grandi dimensioni, se le caratteristiche anatomiche locali lo consentono. In alternativa, è possibile utilizzare innesti ossei strutturali o augments craniali, al fine di ripristinare il centro di rotazione articolare.

I difetti ossei di tipo III sono i più severi. In tali casi è necessario intervenire con impianti, omo-innesti o augments con funzione supportiva, allo scopo di colmare la perdita di sostanza e gestire correttamente i carichi e la geometria articolare.

I deficit di tipo *III A* si caratterizzano per una migrazione superiore della componente acetabolare ≥ 3 cm, con osteolisi mediale e ischiatica indicative di perdita della colonna posteriore. Tuttavia la linea di Kohler si presenta intatta e la perdita di sostanza è relativamente localizzata (da ore 10 a ore 2). In tali condizioni è spesso difficile o impossibile utilizzare componenti acetabolari da primo impianto per ripristinare il centro di rotazione anatomico dell'anca. Può rendersi necessario l'uso di anelli da ricostruzione o di innesti ossei massivi per ripristinare il fisiologico centro di rotazione.

I deficit di tipo *III B* sono caratterizzati dalla presenza di meno del 50% di osso acetabolare residuo ed il difetto si estende da ore 9 a ore 5. I tentativi di ottenere una fissazione con un impianto emisferico sono in questi casi velleitari, per l'insufficiente qualità e quantità dell'osso residuo. In tali casi è raccomandato l'impiego di anelli da ricostruzione con o senza l'uso di trapianti ossei omologhi, per garantire la stabile fissazione della componente da revisione. Un'alternativa è la realizzazione di componenti acetabolari custom-made.

Per *disgiunzione pelvica (PD)* si intende la dissociazione della metà distale e prossimale dell'acetabolo con perdita di sostanza ossea, associata ad osteolisi e mobilizzazione della componente acetabolare. In tale contesto è necessario utilizzare componenti custom-made o omoinnesti ossei massivi.

Planning preoperatorio

Come si è detto, in molte mobilizzazioni acetabolari severe (tipo III Paprosky) centro di rotazione dell'anca risulta essere medializzato e/o cranializzato, a causa della migrazione delle componenti protesiche e della grave perdita di osso. Può essere difficile ottenere una stabilità primaria del cotile da revisione, premessa indispensabile per la successiva osteointegrazione e per un risultato duraturo nel tempo. Per tali motivi, in tutti gli interventi in cui è necessaria la sostituzione della componente acetabolare, è di fondamentale importanza eseguire una corretta pianificazione pre-operatoria, anche allo scopo di predisporre una soluzione ricostruttiva efficace per gestire il difetto osseo. In sede di pianificazione vanno correttamente identificati tutti i reperi anatomici che guidano il posizionamento del nuovo impianto, le strategie per il ripristino del centro di rotazione e per la correzione dell'eventuale eterometria degli arti inferiori. È indispensabile prevedere con precisione l'offset acetabolare e la lunghezza dell'impianto definitivo, al fine di realizzare condizioni che garantiscano la stabilità postoperatoria della protesi. La posizione del cotile da revisione va quindi ottimizzata, compatibilmente con la quantità e qualità di osso residuo, in termini di antiversione, inclinazione e ripristino del centro di rotazione. È importante notare come nelle revisioni acetabolari isolate occorra quantificare preliminarmente la versione dello stelo femorale, allo scopo di regolare la versione del componente acetabolare, in modo da garantire all'impianto un'antiversione combinata che prevenga l'impingement tra cotile e stelo, condizione che può determinare instabilità dell'impianto e dolore. Il ripristino del centro di rotazione articolare, determinato sulla base della simmetria con l'arto controlaterale e dell'offset, è fondamentale ai fini di una migliore biomeccanica articolare¹⁰. Piccoli aggiustamenti del centro di rotazione sono spesso necessari per migliorare la fissazione dell'impianto all'osso residuo. Durante la programmazione dell'intervento viene ovviamente valutata l'eventuale necessità di augments e/o innesti e la misura delle componenti protesiche da revisione.

Planning tradizionale

Storicamente la pianificazione preoperatoria si è avvalsa dell'utilizzo di lucidi in scala, che riproducevano il profilo e le misure della componente protesica prescelta per l'im-

pianto. Posizionando tali lucidi con opportuno orientamento sulle radiografie del paziente effettuate in ortostatismo, era possibile pianificare l'impianto definitivo da utilizzare. Il limite di tale metodica è rappresentato dalla approssimazione nella magnificazione dell'immagine radiografica che spesso si riflette negativamente sull'accuratezza della pianificazione. Inoltre, la dematerializzazione delle immagini radiografiche ha di fatto eliminato la stampa delle stesse, rendendo impossibile la pianificazione tradizionale.

Planning bidimensionale digitale

La pianificazione bidimensionale assistita dal computer si avvale di un software dedicato. A tal fine è essenziale ottenere radiogrammi standardizzati effettuati in ortostatismo con l'utilizzo di reperi per la calibrazione automatica dell'immagine (sfere metalliche o markers radiopachi). I radiogrammi, acquisiti tramite il PACS dell'ospedale o da supporto informatico esterno (CD), consentono di scegliere tipologia e dimensioni dell'impianto da revisione, grazie ad una libreria digitalizzata e costantemente aggiornata dei vari impianti presenti sul mercato. Il limite di tale metodica di pianificazione è rappresentato dalla bidimensionalità delle immagini e dei templates dell'impianto, che non consente una valutazione accurata del difetto osseo e dell'integrità colonnare in una struttura anatomicamente complessa come l'acetabolo.

Planning tridimensionale

I software commerciali attualmente disponibili per il planning radiologico bidimensionale sono utili per prevedere correttamente l'inclinazione e l'antiversione del componente acetabolare da revisione. Tuttavia, per quanto riguarda specificamente la valutazione dell'antiversione sono piuttosto suscettibili di errore, con imprecisioni medie superiori a 7° anche quando si utilizzi come reperi la inter tear-drop line, maggiormente affidabile della linea bisischiatrica¹¹. Così, la tomografia computerizzata (TC) rappresenta il gold standard per la determinazione accurata della posizione della coppa acetabolare sui vari piani dello spazio, specie quando vi è scarsa tolleranza angolare. Sono stati quindi sviluppati programmi di pianificazione basati sulla TC. L'utilizzo dell'esame TC preoperatorio consente la valutazione triplanare del difetto osseo acetabolare ed una accurata misurazione del volume delle lesioni osteolitiche. Questa modalità di pianificazione consente inoltre una valutazione della qualità dell'osso residuo. La TC è sicuramente più accurata delle radiografie convenzionali nello studio del deficit del muro mediale e della parete posteriore dell'acetabolo. Vengono eseguite scansioni TC multispirali con spessore della sezione ≤ 1 mm. Le scansioni TC nell'imaging digitale vengono elaborate e purificate dalle interferenze creando un modello 3D digitale



Figura 1. A) pianificazione bidimensionale computer-assistita di revisione acetabolare, il difetto viene classificato come II B sec. Paprosky; B, C, D) la ricostruzione TC triplanare evidenzia un esteso difetto osseo misto cavitario e segmentario, classificabile come tipo III B, impossibile da gestire con un cotile emisferico standard da revisione.

dell'acetabolo. L'elaborazione, tramite software dedicato, consente anche di separare l'impianto e i tessuti molli dal modello. Con l'utilizzo di una stampante tridimensionale, è possibile realizzare un modello 3D in materiale plastico del bacino, in modo da verificare, nei difetti ossei tipo III, il fitting di componenti acetabolari da revisione standard o la necessità di ricorrere a componenti custom-made. Infatti la processazione delle immagini TC 3D consente di realizzare componenti acetabolari custom-made che pre-determinano la lunghezza e traiettoria delle viti di fissaggio, il design delle flange di fissazione sull'ileo, ischio e pube, e tengono anche in considerazione la qualità dell'osso al fine di garantire un solido ancoraggio alle viti. Studi recenti ¹² hanno dimostrato una buona accuratezza nel posizionamento di impianti acetabolari custom-made nei difetti Paprosky III con il planning 3D preoperatorio, per quanto

riguarda l'inclinazione, l'antiversione ed il posizionamento del centro di rotazione articolare. Altri studi riportano tuttavia una frequenza non trascurabile di malposizionamenti del componente custom-made rispetto al planning in uno o più piani dello spazio ¹³. La pianificazione TC 3D risulta anche utile in caso di difetto osseo mediale severo dell'acetabolo, con protrusione in addome delle componenti protesiche mobilizzate. In tali casi, anche grazie all'utilizzo dell'integrazione angio-TC, è possibile studiare i rapporti degli impianti da rimuovere con le strutture vascolari e viscerali endopelviche.

Bibliografia

- 1 Patel A, Pavlou G, Mújica-Mota RE, et al. *The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales:*

- a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset.* Bone Joint J 2015;97:1076-81. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
- ² Engh CA, Glassman AH, Griffin WL, et al. *Results of cementless revision for failed cemented total hip arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1988;235:91-110.
 - ³ Gustilo RB, Pasternak HS. *Revision total hip arthroplasty with titanium ingrowth prosthesis and bone grafting for failed cemented femoral component loosening.* Clin Orthop Relat Res 1988;235:111-9.
 - ⁴ D'Antonio JA. *Periprosthetic bone loss of the acetabulum: classification and management.* Orthop Clin North Am 1992;23:279-90.
 - ⁵ Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. *Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation.* J Arthroplasty 1994;9:33-44.
 - ⁶ Gross AE, Allan DG, Catre M, et al. *Bonegrafts in hip replacement surgery: the pelvic side* Orthop Clin North Am 1993;24:679-95.
 - ⁷ Pipino F, Molfetta L. *GIR classification of acetabular and femoral bone loss in revision hip arthroplasty surgery.* J Orthopaed Traumatol 2000;2:69-77.
 - ⁸ Yu R, Hofstaetter JG, Sullivan T, et al. *Validity and reliability of the Paprosky acetabular defect classification.* Clin Orthop Relat Res 2013; 471:2259-65.
 - ⁹ García Cimbreló E, García-Rey E. *Bone defect determines acetabular revision surgery.* Hip Int 2014;24:S33-6.
 - ¹⁰ Arauz P, Peng Y, MacAuliffe J, et al. *In-vivo 3-dimensional gait symmetry analysis in patients with bilateral total hip arthroplasty.* J Biomech 2018;77:131-7.
 - ¹¹ Bayraktar V, Weber M, von Kunow F, et al. *Accuracy of measuring acetabular cup position after total hip arthroplasty: comparison between a radiographic planning software and three-dimensional computed tomography.* Int Orthop 2017;41:731-8.
 - ¹² Weber M, Witzmann L, Wieding J, et al. *Customized implants for acetabular Paprosky III defects may be positioned with high accuracy in revision hip arthroplasty.* Int Orthop 2018;10. doi:10.1007/s00264-018-4193-3.
 - ¹³ Baauw M, van Hellemond GG, van Hooff ML, et al. *The accuracy of positioning of a custom-made implant within a large acetabular defect at revision arthroplasty of the hip.* Bone Joint J 2015;97:780-5.