

Il Piano Radiografico di Elezione dell'Anca (PREA) nella pianificazione preoperatoria delle protesi con conservazione del collo femorale

Nota tecnica

Luigi MOLFETTA - Enrico BIGGI* - Giacomo GARLASCHI**

Nel planning preoperatorio radiografico il Piano Radiografico di Elezione dell'Anca (PREA) costituisce un esame strumentale «dedicato», indispensabile cioè per una corretta programmazione dell'impianto soprattutto del componente femorale e in special modo per alcuni tipi di protesi, come le Protesi Biodinamica o la Protesi CFP che prevedono la conservazione del collo femorale.

PAROLE CHIAVE: Anca - Protesi - Planning preoperatorio - Piano d'elezione.

Introduzione

Lo studio radiografico preoperatorio è parte essenziale del programma chirurgico della protesi totale d'anca. Con radiografie di buona qualità e con ingrandimento noto (ingrandimento medio del 15%), è possibile scegliere il tipo, la taglia e la fissazione della protesi d'anca, è possibile valutare l'eterometria degli arti, identificare eventuali alterazioni anatomiche congenite o acquisite, fonte di possibili complicanze intraoperatorie o pianificare gli eventuali tempi chirurgici complementari (rimozione degli osteofiti, innesti ossei acetabolari, eTc.). In analogia al piano d'elezione vertebrale per la scoliosi, il Piano Radiografico d'Elezione dell'Anca (PREA), e del terzo prossimale del femore in particolare, permette la completa visualizzazione radiografica del collo del femore.

Materiale e metodi

Il planning preoperatorio ha un'importanza particolare nelle protesi a conservazione del collo del femore (CDCF), come la protesi Biodinamica (Stryker-Houmedica) e la protesi CFP (Link). Queste protesi trovano indicazione se il collo femorale è integro morfologicamente e morfometricamente [1-4].

Poiché il collo del femore è antiverso, non coassiale cioè al piano diafisario-condilare, la sua evidenziazione non è completa nelle radiografie standard del bacino, soprattutto nell'anca artrosica [4].

Per una corretta indicazione alla protesi con CDCF è necessario disporre di proiezioni radiografiche dell'anca, che evidenzino il collo del femore nella sua totalità, al fine di confermare l'indicazione a tale tipo di protesi e valutare cor-

Hip Election Radiographic Plane (HERP) in the preoperative planning of prostheses with femoral neck preservation

In the preoperative radiographic planning of total hip prosthesis implantation, the hip election radiographic plane (HERP) is an essential, "dedicated" tool, *i.e.* it is indispensable for correct implant planning, especially as regards the femoral component and specifically some types of devices which, like the Biodynamic or CFP prostheses, allow preservation of the femoral neck.

KEY WORDS: Hip - Prosthesis - Preoperative planning - Election plane.

Introduction

Preoperative radiographic planning is an integral part of the surgical planning for total hip prosthesis implantation. Good-quality radiographs obtained at known magnification (on average 15%) allow to select correct implant type, size and fixation, to evaluate limb heterometry, to identify congenital or subsequent anatomical changes, a source of possible intraoperative complications, and to plan complementary surgery where required (e.g. removal of osteophytes, acetabular bone grafts). Like the election vertebral scoliosis plane, the hip election radiographic plane (HERP), affords optimum radiographic visualisation of the proximal third of the femur.

Materials and method

Preoperative planning is important especially when prostheses allowing preservation of the femoral neck (pfh), like Biodynamic (Stryker-Howmedica) or CFP (Link) prostheses are to be implanted. The indication for these prostheses is a morphologically and morphometrically preserved femoral neck (1-4). Because the femoral neck is non-coaxial to the diaphyseal-condylar plane, standard pelvic radiographs are inadequate, especially in patients with coxarthrosis [4]. In such cases, the surgeon needs views showing the whole neck to confirm the surgical indication, evaluate resection level, shaft-neck relationships, the correspondence of the medial curvature radii, and to select correct implant size.

The HERP is the antero-posterior view with internal joint rotation affording the best visualisation of the femoral neck. Whereas in the normal hip complete intrarotation of the leg may be sufficient, in coxarthrosis, where hip extrarotation is

rettamente il livello di resezione, i rapporti fra stelo e collo femorale, la corrispondenza dei raggi di curvatura mediali, la scelta della taglia. Il PREA è la proiezione in antero-posteriore ed in rotazione interna dell'articolazione, che consente la migliore visualizzazione possibile del collo femorale. Nell'anca normale può essere sufficiente intrarotare l'arto inferiore in toto. Nella coxartrosi, a causa della rigidità in extrarotazione dell'anca, l'intrarotazione si realizza soprattutto a carico del piede, della caviglia o del ginocchio senza coinvolgere l'anca. La visualizzazione completa del piccolo trocantere è la spia della rotazione esterna dell'anca patologica. È necessario pertanto orientare in rotazione interna tutto l'emibacino, così da ruotare l'articolazione in toto e non il femore rispetto all'acetabolo.

Tecnica di esecuzione

È stato da noi realizzato un piano inclinato radiotrasparente, con un sistema a cerniera, variabile in altezza, mediante spessori triangolari di valore angolare noto. Su di esso appoggia l'emibacino del paziente, che mantiene così l'arto in una rotazione indifferente e pertanto non dolorosa. Tale piano inclinato realizza però una rotazione interna dell'anca in toto «programmata», per valori compresi fra 10° e 30° (fig. 1).

Ponendo l'anca sul piano inclinato si determina però un aumento della distanza del bacino dal film radiografico; ciò causa un ingrandimento dell'immagine radiografica. Un repere metallico di dimensioni note posto sulla radiografia consente di valutare l'entità dell'ingrandimento radiografico in riferimento alle diverse angolazioni. La mancata considerazione dell'ingrandimento radiografico può portare ad un errore di scelta della taglia, superiore sicuramente di 1 misura, talvolta di 2 misure.

Planning preoperatorio sul piano di elezione

Per la pianificazione radiografica della protesi d'anca a CDCF si dispone quindi di una radiografia standard del bacino e del PREA.

Sulla radiografia standard del bacino si traccia il piano basale [5] per valutare l'eterometria delle anche, il centro di rotazione, la scelta della taglia della coppa e dello stelo e la lunghezza della testina per il compenso o meno dell'eterometria (fig. 2), inoltre si valutano l'indice corticale (cortical-index) [6] e l'indice morfologico metafisario (flaire-index) [7].

Sul PREA si valuta la integrità morfologica e morfometrica del collo femorale e si ricerca l'istmo del collo, ossia il punto di passaggio fra la corticale della testa femorale e la corticale del collo lateralmente.

Sulle radiografie delle anche artrosiche extrarotate è generalmente difficile eseguire il planning preoperatorio di uno stelo a CDCF; è infatti impossibile identificare contemporaneamente la linea di resezione sottocapitata e la centrazione della parte distale dello stelo nel canale diafisario (fig. 3).

Il planning generale dell'impianto viene eseguito sulla radiografia standard nella maniera seguente (fig. 2).

1) La linea basale del bacino viene identificata tracciando tre rette: la prima fra i punti inferiori delle sacro-iliache; la



Fig. 1. — Posizione del paziente sul supporto per il PREA.
Patient's position on the plane for HERP X-ray.



Fig. 2. — Rx del bacino in proiezione a/p con il piano di elezione e le distanze dei piccoli trocanteri.
Anteroposterior view of the pelvis with election plane and distances between the lesser trochanters.

impaired, intrarotation is mainly sustained by the foot, ankle or knee without the involvement of the hip. Complete visualisation of the lesser trochanter is the sign of the external rotation of the pathological hip, requiring orientation in internal rotation of the whole hemipelvis so as to achieve complete rotation of the joint, and not of the femur, with respect to the acetabulum.

Technique

We prepared a radiotransparent inclined plane of variable height using triangular wedges of known angle and a hinge system. The patient's hemipelvis is placed on this plane, which allows the leg to be maintained in neutral, thus painless, rotation. The plane allows precise, predetermined internal rota-



Fig. 3. — Rx in proiezione antero-posteriore dell'anca extrarotata che dimostra la non coincidenza dell'osteotomia sottocapitata prossimalmente e la coincidenza stelo-femore distalmente.
Anteroposterior view of the extrarotated hip showing the lack of correspondence between proximal subcapital osteotomy and distal stem-femur templating

seconda perpendicolare a questa; la terza orizzontale perpendicolare alla seconda e parallela alla prima. La retta orizzontale generalmente è tangente ad una o ambedue le tuberosità ischiatiche. Tale procedura consente di non considerare eventuali asimmetrie del bacino [5].

2) I reperi dei piccoli trocanteri vengono tracciati dal margine superiore degli stessi alla linea basale. La differenza di lunghezza di queste due rette verticali corrisponde all'eterometria delle anche [5].

3) Il centro di rotazione dell'anca viene ricercato con il template della coppa, posizionata nell'acetabolo, stabilendo in tal modo la taglia.

4) Si ricerca l'istmo del collo femorale, il punto di passaggio cioè fra la corticale laterale del collo e della testa femorale. Da tale punto si traccia una linea perpendicolare al collo del femore stesso che è la linea di resezione sottocapitata (fig. 4).

5) Il colletto dello stelo viene ad essere sovrapposto con la linea di resezione, valutando la corrispondenza dei raggi di curvatura mediali e la posizione centrale della punta dello stelo nel canale femorale. Ciò conferma l'indicazione all'impianto della protesi a CDCF e permette la scelta della taglia del componente femorale, considerando sempre l'ingradimento di una taglia che tale procedura determina (fig. 5).



Fig. 4. — Rx del PREA con evidenziazione dell'istmo del collo del femore.
HERP X-ray showing the isthmus of the femoral neck.

tion of the hip from 10° to 30° (Fig. 1). In this position, the distance from the film increases, resulting in image magnification. A metal marker of known dimension placed on the radiograph allows assessment of magnification in relation to the different angles. Failure to account for magnification may result in selection of an implant at least one size too large.

Planning on the election plane

Radiographic planning of hip prostheses with PFN is thus based on a standard pelvic radiograph and on the HERP.

The basal plane is drawn on the standard pelvic radiograph [5] to assess hip heterometry and the centre of rotation, to select cup and stem size and to determine the length of the prosthetic head required to compensate for heterometry (Fig. 2). The cortical index [6] and the flare index [7] are also calculated on it. Evaluation of the morphological and morphometric integrity of the neck and localisation of the isthmus of the neck, i.e. the point of transition from the cortical bone of the head to that of the neck laterally, are made on the HERP. Preoperative planning of a HERP stem is difficult on radiographs of extrarotated osteoarthritic hips because they do not allow to visualise simultaneously the subcapital resection line and the centralisation of the distal portion of the stem in the diaphyseal canal (Fig. 3).

The general planning for the implantation is performed on the standard radiograph as follows (Fig. 2).

1) The basal pelvic line is identified by drawing three lines: the first between the lower points of the sacroiliac joints; the second perpendicular to the latter; the third a horizontal line perpendicular to the second and parallel to the first. The third line is generally a tangent of one or both ischiatic tuberosities. This procedure allows to disregard possible pelvic asymmetries [5].

2) The reference points of the lesser trochanters are drawn from the upper margins of these to the basal line (A-A1, B-B1). A different length of these two vertical lines corresponds to hip heterometry [5].

3) The hip's rotation centre is sought using the cup's template, placed in the acetabulum, to establish the size.



Fig. 5. — Rx del PREA con il fantoccio sovrapposto e ben coincidente. HERP X-ray with overlying and precisely overlapping phantom.

6) Vengono segnati i reperi delle diverse lunghezze del collo; si procede così alla scelta della testina che compensi l'eterometria precedentemente stabilita sul piano basale del bacino.

Nel PREA è invece possibile identificare il livello di resezione e contestualmente la taglia appropriata dello stelo.

Discussione e conclusioni

La CDCF consente di rispettare il più possibile il patrimonio osseo dell'anca, ma soprattutto assicura la stabilità meccanica triplanare e soprattutto rotatoria dello stelo, poiché occupa contemporaneamente due cilindri ossei (collo e diafisi) non coassiali [1-4]. Un corretto planning radiografico preoperatorio consente di ottenere tutte le informazioni utili per realizzare un ottimale impianto protesico d'anca soprattutto non cementato. L'anca artrosica è generalmente rigida in extrarotazione, così da non consentire in maniera corretta la scelta della taglia di uno stelo CDCF con possibili errori di posizionamento, di dimensioni, di lunghezza della testina e quindi di compenso dell'eterometria.

I parametri anatomici della meta-epifisi prossimale del femore presentano delle variazioni radiografiche, in funzione della diversa rotazione del femore come dimostrato da Rubin *et al.* [8, 9]. Il raggio di curvatura mediale prossimale del femore, ad esempio, varia secondo gli Autori da 61,6 mm in rotazione interna a 73,7 mm in rotazione esterna; la larghezza del canale femorale distale va da 9,7 mm in posizio-



Fig. 6. — Rx operatoria dell'impianto di protesi a CDCF. Postoperative X-ray of the implanted PFN prosthesis.

4) After locating the isthmus of the neck, a perpendicular line, the subcapital resection line, is drawn from it to the femur itself (Fig. 4).

5) The collar of the stem is superimposed on the resection line to check the correspondence of the medial curvature radii and the central position of the stem tip in the femoral canal. This confirms the indication for this type of implant and allows to select the size of the femoral component, although the risk of choosing too large a size should always be taken into account (Fig. 5).

6) The reference points of the different neck measurements are marked to select the prosthetic head needed to compensate for the heterometry established on the basal plane of the pelvis.

By contrast, HERP allows identification of the level of resection and the appropriate stem size.

Discussion and conclusions

Preservation of the femoral neck allows to spare the hip bone stock as much as possible but, by simultaneously involving two non-coaxial bone cylinders (neck and diaphysis), also ensures the threeplanar, especially rotational, mechanical stability of the stem [1-4]. Correct preoperative radiographic planning allows to gather all the data required for optimum results, particularly where uncemented prostheses are concerned. The generally impaired extrarotation involved in coxarthrosis may prevent selection of correct PFN stem size and result in errors of implant position, size, prosthetic head length and thus of heterometry compensation. As dem-

ne neutra ad 11 mm in posizione di rotazione interna. In riferimento a ciò Knight e Atwater [10] hanno stimato intorno al 42% la corrispondenza di taglia fra lo stelo impiantato e stelo programmato nel planning preoperatorio. La TC ha contribuito ad approfondire gli studi morfologici del femore stesso; essa ha migliorato lo standard dei risultati, ma non ha trovato un'applicazione di routine [11, 12].

Le radiografie standard costituiscono l'esame strumentale di base cui riferirsi, ottimizzando magari la significatività dei risultati con l'analisi computerizzata dei dati.

Le protesi a CDCF necessitano dell'evidenziazione completa del collo femorale stesso. Il PREA completa il set radiografico necessario per una corretta pianificazione preoperatoria, soprattutto negli impianti di steli a CDCF (fig. 6).

Nell'impianto di una protesi totale d'anca le radiografie standard necessarie per il planning radiografico preoperatorio devono avere dei requisiti tecnici (qualità, ingrandimento, proiezioni) per la corretta preparazione dell'intervento chirurgico in riferimento alla protesi da impiantare e ai tempi chirurgici da eseguire.

Nell'ambito pertanto della pianificazione preoperatoria, la ricerca del PREA rappresenta un momento di pianificazione «dedicato» alle protesi con CDCF, ma utile per ogni altro tipo di componente protesico femorale, come approccio metodologico ottimale per realizzare un impianto il più corretto possibile.

onstrated by Rubin et al. [8, 9], the anatomical parameters of the proximal femoral metaepiphysis exhibit radiographic variability as a function of femoral rotation. For instance, the medial proximal curvature radius varies according to the different researchers from 61.6 mm in internal rotation to 73.7 mm in external rotation, and distal canal width ranges from 9.7 mm in neutral position to 11.0 in internal rotation. Given this variability, the size correspondence between implanted and programmed stem is around 42% according to Knight and Atwater [10]. Though contributing to the morphological study of the femur by improving the standard of results, CT techniques have not achieved routine application [11, 12]. Standard radiographs, possibly aided by computerised data analysis to optimise the significance, remain the surgeon's basic imaging tool. PFN prostheses require complete visualisation of the femoral neck. The HERP completes the radiographic data required for correct preoperative planning especially where PFN stems are concerned (Fig. 6).

Correct preoperative radiographic planning of total hip prosthesis implantation in terms of both implant characteristics and surgical time is based on standard radiographs that must meet specific technical requirements (quality, magnification, views). Within this planning, identification of the HERP, essential in the case of PFN prostheses, is also a sound methodological approach to select the best possible implant for all the other types of femoral component.

Bibliografia/References

- 1) Pipino F, Calderale PM, Molfetta L: La protesi biodinamica totale d'anca. *Minerva Ortop Traumat* 42: 445-450, 1991.
- 2) Pipino F, Molfetta L: La conservazione del collo femorale nelle protesi totali d'anca. *GIOT* 19: 5-11, 1993.
- 3) Pipino F, Molfetta L: Byodynamic cementless femoral stems: 50 madreporic total surface versus 50 madreporic proximal surface: analysis of the results. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 59: 566-569, 1994.
- 4) Pipino F, Molfetta L: La conservazione

ne del collo femorale. *GIOT* 22: 45-51, 1996.

- 5) Pipino F, Molfetta L: La protesi biodinamica totale d'anca: studio preoperatorio radiografico. *Minerva Ortop Traumat* 39: 809-881, 1988.
- 6) Dorr LD, Faugere MC, Mackel AM *et al.*: Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. *Bone* 14: 231-242, 1993.
- 7) Noble PC, Alexander JW, Lindhal Lj *et al.*: The anatomic basic of femoral component design. *Clin Orthop* 235: 148-165, 1988.
- 8) Rubin PJ, Leyvraz PF, Heegaard JH:

Variations radiologiques des paramètres anatomiques du femur proximal en fonction de sa position en rotation. *Revue Chir* 75: 209-215, 1989.

- 9) Rubin PJ, Leyvraz PF, Aubaniac JM *et al.*: The morphology of the proximal femur a three-dimensional radiographic analysis. *J Bone Joint Surg* 74b: 28-32, 1992.
- 10) Knight JL, Atwater RD: Preoperative planning for total hip arthroplasty. Quantitating its utility and precision. *J Arthroplasty* 7: 403-409, 1992.
- 11) Baruffaldi F, Cianci R, Fabbri F *et al.*: Valutazione morfometrica computerizzata delle radiografie per la pianificazione

preoperatoria della protesizzazione d'anca. *Chir Organi Mov* 79: 289-301, 1994.

- 12) Clarke HJ, Jinnaz RH, Cox QGN *et al.*: Computerized templating in uncemented THA to assess component fit and fill. *J Arthroplasty* 7: 235-239, 1992.
- Prof. E. Biggi
Padiglione Sommaria
Azienda Ospedaliera
Ospedale S. Martino
e Cliniche Universitarie Convenzionate
Largo R. Benzi, 10
16132 Genova GE
Tel. 010/5552037/Cell. 347/2262223
Fax 010/354053*