

L'INTÉRÊT DE LA PLANIFICATION PRÉOPÉRATOIRE D'UNE PROTHÈSE TOTALE DE HANCHE

THIRION T (1), GEORIS P (1), GILLET PH (1)

RÉSUMÉ : La prothèse totale de hanche (PTH) est l'intervention chirurgicale de référence dans le traitement de la coxarthrose sévère. La PTH peut s'accompagner de complications chirurgicales et médicales. Une des principales attentes de nos patients est de pouvoir reprendre l'ensemble de leurs activités quotidiennes. La planification préopératoire d'une PTH est une étape essentielle de l'intervention. La méthode de référence reste la technique en 2D utilisant des «calques» positionnés sur une radiographie digitalisée de bassin de face. Elle peut également être réalisée en 3D. Outre le choix du type et de la taille des composants (cupule, tige et tête prothétique), la planification permet de se poser les questions propres à chaque patient (restauration de la longueur du membre inférieur et de l'offset fémoral, ...) afin d'atteindre les objectifs fixés et de limiter les risques de complication. Dans le cas contraire, le praticien expose le patient à des complications en per- ou post-opératoire, avec de probables conséquences péjoratives sur le résultat fonctionnel. Le positionnement du composant acétabulaire et du composant fémoral est un facteur important influençant la survie à court et à long termes d'une PTH. Tous les patients qui subiront une arthroplastie totale de la hanche doivent bénéficier d'une planification préopératoire rigoureuse.

MOTS-CLÉS : *Arthroplastie totale de hanche - Planification préopératoire - Imagerie de la hanche*

PREOPERATIVE PLANNING INTEREST OF A TOTAL HIP PROSTHESIS

SUMMARY : Total hip arthroplasty (THA) is the standard surgical procedure for the treatment of severe hip osteoarthritis. THA can be subject to surgical and medical complications. One of the main expectations of our patients is to be able to resume all their daily activities. Preoperative planning of a THA is an essential step in the procedure. The reference method remains the 2D technique using «templates» positioned on an anteroposterior digital radiograph of the pelvis. It can also be done in 3D. In addition to the type and size of prosthetic components (cup, stem and prosthetic head), the planning allows the surgeon to restore the function through correction of any limb length and/or offset discrepancy, and soft tissue tensioning in order to reach the objectives set and to limit the risks of complications. In the opposite case, the surgeon exposes the patient to complications during or after surgery with probable negative consequences on the functional result. The positioning of the acetabular and femoral components is an important factor influencing the short- and long-term survival of THA. All patients undergoing total hip arthroplasty should have rigorous preoperative planning.

KEYWORDS : *Total hip arthroplasty - Preoperative planning - Hip radiography*

INTRODUCTION

La prothèse totale de hanche (PTH) est actuellement l'intervention chirurgicale de référence dans le traitement de la coxarthrose sévère. Cette opération est l'une des plus fréquentes réalisée en chirurgie orthopédique. Elle donne, en général, un haut taux de satisfaction et a même été décrite comme étant «l'opération du siècle» (1). Le nombre de PTH, aux Etats-Unis par exemple, a augmenté de 50 % entre 1990 et 2002. Avec le vieillissement progressif attendu de la population, ce taux devrait se majorer de 30 % d'ici 2030 (2).

Bien qu'étant une intervention chirurgicale bien maîtrisée, la PTH peut s'accompagner de complications tant chirurgicales que médicales. Les complications le plus fréquemment rencontrées dans notre pratique quotidienne sont les

saignements, les infections, les lésions neurologiques, les luxations ou les fractures périprothétiques. Une inégalité de longueur des membres s'observe parfois et peut être inévitable. Elle est, habituellement, mal acceptée par les patients. Sur le plan médical, on rencontre, occasionnellement, des thromboses veineuses profondes, des embolies et infections pulmonaires. Il s'agit ici de complications qui sont le plus souvent précoces.

La planification préopératoire d'une PTH est une étape essentielle de l'intervention. Cette notion n'est pas récente. Basée le plus souvent sur l'analyse d'un cliché radiographique, elle permet de se poser les questions propres à chaque patient afin d'atteindre les objectifs fixés et de limiter les risques de complication. C'est avant tout un éveil à la réflexion permettant l'anticipation d'une parade face à une situation donnée particulière.

INTÉRÊT DE LA PLANIFICATION

Il est difficile aujourd'hui de mettre en évidence de manière formelle les facteurs res-

(1) Service de Chirurgie de l'Appareil Locomoteur-Traumatologie, CHU Liège, Belgique.

ponsables de la bonne évolution ou non d'un patient. Vu le nombre croissant de PTH réalisées chaque année, le coût majoré des reprises de PTH, une diminution de qualité de vie après une nouvelle opération et un taux de «re-révision» important comparé à une arthroplastie primaire, il est important de comprendre les causes de ces complications et l'origine de la dysfonction de la hanche (3). Malgré une planification, il reste pourtant difficile de prédire si les patients évolueront favorablement ou non. Des travaux sont en cours afin d'apporter des éléments de réponse à ces questions (3).

Une arthroplastie de hanche peut se dégrader à long terme pour de multiples raisons, qu'il s'agisse d'une détérioration des interfaces d'origine mécanique, d'une instabilité initiale insuffisante, d'une usure du composant acétabulaire ou d'une ostéolyse engendrée par des produits d'usure, comme les particules de polyéthylène par exemple (4).

Le positionnement du composant acétabulaire est un facteur important influençant la survie à court et à long termes d'une PTH. Une orientation inadéquate de la cupule est associée à des complications, comme un conflit entre les implants, une luxation ou une usure prématurée du polyéthylène (5, 6). Il a été démontré qu'un descellement prothétique lié à la pose d'un implant sous-dimensionné ou qu'une fracture périprothétique due au surdimensionnement des implants peut être évité (7).

Avec le succès grandissant de la PTH, nous sommes amenés à opérer des patients de plus en plus jeunes et actifs, attendant de leur intervention bien plus que le simple soulagement de leurs douleurs. Nos patients, dans l'ensemble, nous demandent de pouvoir reprendre l'ensemble de leurs activités quotidiennes, y compris sportives. Le souhait d'une restauration complète de leurs fonctions est aujourd'hui de mise et ce but ne peut être atteint que si une série de paramètres sont réunis.

Pour cela, il est impératif de planifier des implants (cupule et tige) de bonne taille et de les positionner correctement, permettant la restauration de l'offset, ou déport fémoral (il s'agit de la distance horizontale entre le centre de la tête fémorale et l'axe diaphysaire du fémur), de la longueur du membre opéré et une tension adéquate au niveau des tissus mous. Une inégalité de longueur des membres inférieurs, naguère considérée comme peu importante, est aujourd'hui devenue la troisième cause de mécontentement des patients ayant subi une PTH (8).

La planification permet l'étude «du stock osseux», la recherche d'une éventuelle dysplasie acétabulaire ou d'un canal fémoral étroit, par exemple. Certains cas peuvent, en effet, nécessiter la pose d'une prothèse qui ne fait pas partie du matériel régulièrement implanté au sein d'une institution, comme des implants de très petite taille ou avec un offset particulier (9). Une commande spécifique du matériel est alors nécessaire auprès du fabricant.

Dans le cas contraire, le praticien expose le patient à des complications en per- ou post-opératoire, avec de très probables conséquences péjoratives sur le résultat fonctionnel, et s'expose lui-même à une éventuelle plainte du patient. Une diminution de la qualité de vie peut survenir dans les suites de cette chirurgie. Le Harris Hip Score (HHS) post-opératoire est directement influencé par la majoration de l'offset et de la longueur du membre opéré (10). D'autres ne retrouvent pas de corrélation linéaire entre allongement et score fonctionnel péjoratif (11). On gardera à l'esprit que les résultats fonctionnels, basés sur des scores cliniques, tiennent, en général, compte uniquement de la douleur, de la mobilité articulaire et de la capacité de déambulation du patient (4). Or, ceci ne correspond plus au cahier des charges actuel.

La restauration d'un offset optimal apporte une tension appropriée au niveau des abducteurs et accélère la récupération fonctionnelle, tout en apportant une stabilité primaire meilleure et en diminuant le risque de descellement précoce (10). Une planification préopératoire rigoureuse est donc essentielle dans toute PTH élective (9, 12). Elle permettra au chirurgien d'anticiper certaines difficultés. Elle peut être réalisée en deux ou en trois dimensions.

FACTEURS QUI INFLUENCENT LA PLANIFICATION

La déformation de la hanche qui sera opérée est un paramètre important (13). Elle est, souvent, plus importante dans les arthroses primaires, surtout si elles sont avancées, que dans les ostéonécroses aseptiques (ONA), excepté en cas d'effondrement de la surface articulaire.

La préférence chirurgicale individuelle est également un facteur dont il faut tenir compte; la prévention de certaines complications peut influencer le choix du chirurgien. Ce dernier a, en général, tendance à sous-dimensionner ses implants et, en particulier, la tige fémoro-

rale en cas de prothèse non cimentée, vu le risque majoré de fracture diaphysaire si l'implant est trop remplissant. Le type d'implant choisi, cimenté ou non, à col modulaire ou non, semble avoir une influence sur la précision de la planification.

Le type de planification utilisée est un facteur influençant le taux de concordance entre la planification et l'implant réellement mis en place. La planification en 2D semble sous-estimer l'offset fémoral en moyenne de 3,3 mm. Cette différence semble principalement due à un trouble de rotation de la hanche, même s'il n'existe pas de différence significative entre la rotation fémorale et la divergence d'offset mesuré en 2D/3D (6). L'amélioration de la précision de la planification 3D peut être expliquée, en partie, par l'utilisation d'images en taille réelle, indépendantes de la position du patient et de la torsion fémorale. Le positionnement du marqueur nécessaire à la calibration de la radiographie lors de la réalisation de la planification peut modifier la précision de celle-ci. Ce marqueur doit être idéalement le plus proche possible du centre de rotation de la hanche étudiée (14).

La planification est donc un moyen efficace pour prédire la taille finale des composants d'une prothèse totale de hanche. Il a été démontré que l'indice de masse corporelle, à l'inverse de certaines suppositions, ne semble pas jouer un rôle majeur dans la précision de la planification digitale (15).

QUELLE IMAGERIE CHOISIR ?

La planification préopératoire en 2D reste le «gold standard» actuellement (13). Cette technique utilise, le plus souvent, la radiologie conventionnelle. La radiographie de bassin reste la référence pour sa réalisation. Néanmoins, les techniques en 3D semblent être plus précises à taille égale.

PLANIFICATION UTILISANT LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE

La radiographie digitale a presque complètement remplacé la radiologie sur film argentique et la planification à l'aide de calques plastifiés. Cette évolution majeure est responsable de la modification des modalités techniques. Une bille métallique dont le diamètre est préalablement défini permet la calibration de la radiographie et la réalisation d'une planification à l'aide d'un programme destiné à celle-ci (Figure 1).

La position de ce marqueur de calibration est essentielle et doit être la plus proche possible du centre de rotation de la hanche sous peine d'induire une sur- ou une sous-évaluation de la taille des implants (12). La palpation du grand trochanter permet d'apprécier le niveau antéro-postérieur du centre de rotation de la hanche. La position du marqueur de calibration peut être influencée par de multiples facteurs (16).

Cette technique est disponible dans la grande majorité des hôpitaux. Il s'agit d'une projection

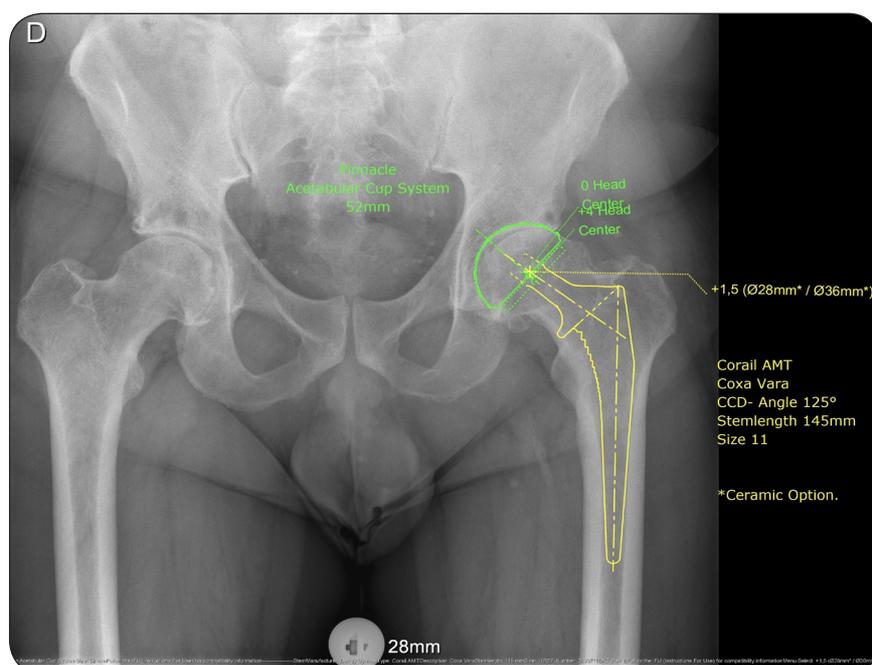


Figure 1. Calque préopératoire montrant les informations (type, taille, offset, ...) des différents implants prothétiques (cupule, tige et tête) sur une radiographie de bassin centrée sur la symphyse pubienne utilisant une bille de calibration de 28 mm de diamètre.

en 2D d'une réalité en 3D. Il en résulte une projection de l'antéversion fémorale et de la rotation externe de la hanche arthrosique. Ces facteurs peuvent expliquer la limitation de la précision de la planification sur une radiographie de bassin (6).

PLANIFICATION UTILISANT LE CT-SCANNER

Plus récemment, la planification en 3D est basée sur la réalisation d'une image tomodensitométrique de la hanche, du bassin, s'étendant parfois jusqu'au plateau tibial (13). Elle utilise un programme spécifique. S'il s'agit d'une méthode précise, elle est, en revanche, consommatrice de temps et assez onéreuse, ce qui la rend plus difficilement utilisable au quotidien. En outre, il est difficile de déterminer, de manière précise, l'axe du fût fémoral en scannant uniquement le fémur proximal pour réduire la dose d'irradiation au patient (6).

La méthode de planification 3D a une reproductibilité similaire à la modélisation 2D. Bien que sa précision soit meilleure qu'avec les modèles 2D conventionnels, les patients sont exposés à des radiations plus fortes durant la TDM que pendant une radiographie. L'imagerie en charge de la hanche et du bassin est impossible avec cette technique (17). Des études récentes ont montré sa supériorité en termes de précision de taille et de positionnement des implants. Ceci est vrai pour la taille de la tige et de la cupule, bien que la différence ne soit pas significative (17).

Ainsi, l'utilisation du CT-scanner est controversée. L'acquisition de l'imagerie se fait en *decubitus* dorsal et non en charge. Les patients sont soumis à des radiations plus importantes (8).

PLANIFICATION BASÉE SUR LA RADIOGRAPHIE PAR BALAYAGE LINÉAIRE BIPLAN À FAIBLE RADIATION

Le système EOS permet la réalisation de mesures en 2D et en 3D grâce à l'acquisition par balayage biplan. Cette technologie réalise simultanément des radiographies de face et de profil du corps entier en position fonctionnelle, permettant une évaluation globale du patient. Les examens EOS basse dose fournissent des images 2D et des informations 3D précises.

La précision de la planification 3D est bien établie dans la littérature pour l'offset, la longueur du membre, les torsions, la mesure de l'antéversion ou la possibilité de mesurer l'orientation de la cupule en position fonctionnelle debout ou

assise (17). La vue latérale semble particulièrement intéressante pour la planification de la tige fémorale et son positionnement.

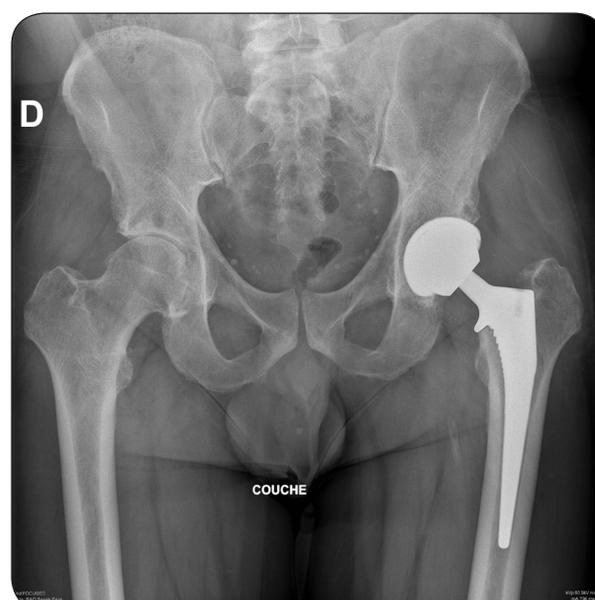
Il y a un avantage pour les patients à bénéficier d'une planification 3D préopératoire basée sur une modélisation osseuse réalisée par imagerie basse dose biplan, plutôt qu'avec le scanner. Les membres inférieurs, durant cette procédure, sont exposés de 13 à 30 fois moins de radiations quand l'imagerie se fait avec le système d'imagerie EOS en comparaison du CT-scanner (17).

Cette technique très séduisante est malheureusement peu disponible et très onéreuse. Elle conserve toutefois une place privilégiée pour l'étude de cas particuliers et pour comprendre les raisons d'une évolution défavorable, d'un point de vue clinique, d'une PTH.

CONCLUSION

Tous les patients qui subiront une PTH doivent bénéficier d'une planification préopératoire rigoureuse. Cette partie essentielle de la procédure a bien démontré ses avantages. Avec le succès grandissant de la PTH, nos patients attendent, outre le soulagement de leurs douleurs, une restauration fonctionnelle complète. Celle-ci passe par le choix d'implants de bonne taille et correctement positionnés (Figure 2).

Figure 2. Radiographie postopératoire montrant les implants prothétiques mis en place.



La planification de la taille de la tige et de la cupule peut être effectuée en deux ou en trois dimensions. La méthode de référence reste actuellement la technique en 2D utilisant des «calques» positionnés sur une radiographie de bassin de face. La digitalisation a progressivement remplacé la radiographie argentique. Il s'agit d'une technique précise et accessible à tous, elle nécessite malheureusement un investissement financier. Elle doit être idéalement réalisée par le chirurgien, mais peut être confiée à une tierce personne, comme un assistant ou un attaché scientifique ayant un minimum de connaissances dans le domaine (18).

La planification 3D a été introduite plus récemment, utilisant des images tomodensitométriques. Bien que plus précise, elle expose le patient à des radiations ionisantes plus importantes. De plus, il s'agit d'une imagerie réalisée en decubitus dorsal et non en position de fonction.

La dernière option est l'utilisation d'une reconstruction osseuse tridimensionnelle utilisant la radiographie par balayage linéaire biplan à faible radiation (EOS). Elle est moins irradiante que le scanner et permet l'obtention d'une imagerie en position de fonction (debout ou assise). Cette technique précise, très coûteuse et consommatrice de temps, nécessite un matériel spécifique. Elle est peu accessible actuellement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C.— The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*, 2007, **370**, 1508-1519.
2. Ben lulu O, Rubin G, Krasnyansky S, et al.— Measuring the femoral head size — an additional real-time intraoperative monitoring tool for the accuracy of the preoperative process and implant selection. *J Arthroplasty*, 2015, **30**, 2201-2203.
3. Bendaya S, Anglin C, Lazennec JY, et al.— Basic science good vs poor results after total hip arthroplasty: an analysis method using implant and anatomic parameters with the EOS imaging system. *J Arthroplasty*, 2016, **31**, 2043-2052.
4. Thirion T, Georis P, Gillet P.— Intérêt du suivi radiologique des prothèses totales de hanche. *Rev Med Liege*, 2010, **65**, 93-97.
5. Yamada K, Endo H, Tetsunaga T, et al.— Accuracy of Cup positioning with the computed tomography-based two-dimensional to three-dimensional matched navigation system: a prospective, randomized controlled study. *J Arthroplasty*, 2018, **33**, 136-143.
6. Lazennec JY, Brusson A, Dominique F, et al.— Offset and anteversion reconstruction after cemented and uncemented total hip arthroplasty: an evaluation with the low-dose EOS system comparing two-and three-dimensional imaging. *Internat Orthop*, 2015, **39**, 1259-1267.
7. Holzer LA, Scholler G, Wagner S, et al.— The accuracy of digital templating in uncemented total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2019, **139**, 263-268.
8. Clavé A, Fazilleau F, Cheval D, et al.— Comparison of the reliability of leg length and offset data generated by three hip replacement CAOS systems using EOS TM imaging. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2015, **101**, 647-653.
9. White SP, Bainbridge J, Smith EJ.— Assessment of magnification of digital pelvic radiographs in total hip arthroplasty using templating software. *Ann R Coll Surg Engl*, 2008, **90**, 592-596.
10. Innmann MM, Maier MW, Streit MR, et al.— Additive influence of hip offset and leg length reconstruction on postoperative improvement in clinical outcome after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2018, **33**, 156-161.
11. Whitehouse MR, Stefanovich-Lawbuary NS, Brunton LR, et al.— The impact of leg length discrepancy on patient satisfaction and functional outcome following total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2013, **28**, 1408-1414.
12. Boese CK, Bredow J, Dargel J, et al.— Calibration marker position in digital templating of total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2016, **31**, 883-887.
13. Wako Y, Nakamura J, Miura M, et al.— Interobserver and intraobserver reliability of three-dimensional preoperative planning software in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2018, **33**, 601-607.
14. Boese CK, Wilhelm S, Haneder S, et al.— Influence of calibration on digital templating of hip arthroplasty. *Int Orthop*, 2019, **43**, 1799-1805.
15. Sershon RA, Diaz A, Bohl D, et al.— Effect of body mass index on digital templating for total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2017, **32**, 1024-1026.
16. Lechler P, Frink M, Gulati A, et al.— The influence of hip rotation on femoral offset in plain radiographs. *Acta Orthop*, 2014, **85**, 389-395.
17. Mainard D, Barbier O, Knafo Y, et al.— Accuracy and reproducibility of preoperative three-dimensional planning for total hip arthroplasty using biplanar low-dose radiographs : a pilot study. *Orthop Trauma Surg Res*, 2017, **103**, 531-536.
18. Thirion T, Georis P, Szeceł Z, et al.— (2019) Planification préopératoire 2D d'une PTH : doit-elle impérativement être réalisée par le chirurgien ? <http://hdl.handle.net/2268/234191> - Dernière consultation le 16 juin 2019.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr T. Thirion, Service de Chirurgie de l'Appareil Locomoteur-Traumatologie, CHU Liège, Belgique.
Email : tthirion@chuliege.be