

Année 2023

N° : MS074 /23

Mémoire de fin d'études

Pour L'obtention du Diplôme National de Spécialité
en Traumatologie et orthopédique

Intitulé

*La planification 3D dans l'arthroplastie totale
de hanche : Une nouvelle approche pour une
intervention chirurgicale plus précise*

Présenté par :

Docteur Reda EL ALAMI

Sous la direction du :

Professeur BOUFETAL Mouncef

REMERCIEMENTS

A MES CHERS PARENTS

MLY DRISS EL ALAMI ET LALLA SOUAD TAHIRI

Il est de mon devoir de rendre hommage à deux êtres exceptionnels, mes parents, dont la contribution à ma réussite académique est incommensurable.

Au-delà de leur amour inconditionnel, leur soutien matériel et moral ont été déterminants dans la poursuite de mes études supérieures. Leurs sacrifices financiers pour m'offrir une éducation de qualité ont été un investissement précieux pour mon avenir. Leurs encouragements ont été pour moi une source de motivation constante et m'ont poussé à donner le meilleur de moi-même.

Leurs valeurs, leur persévérance et leur dévouement ont été des exemples à suivre. Leur présence rassurante et bienveillante a été un refuge dans les moments de doute et de difficulté.

Je suis profondément reconnaissant envers eux pour leur amour inconditionnel, leur patience, leur compréhension et leur confiance en moi. Ils m'ont appris à croire en mes rêves et à travailler dur pour les atteindre.

C'est donc avec une immense gratitude que j'exprime mes remerciements les plus sincères à mes parents pour leur soutien et leur dévouement sans faille tout au long de mon parcours universitaire. Ce mémoire est le fruit de leur investissement, et je suis fier de leur rendre hommage à travers ces quelques lignes.

A MES SŒURS EXCEPTIONNELLES

JIHANE ET SOPHIA EL ALAMI

Chères sœurs,

Je tiens à profiter de cette occasion pour vous exprimer toute ma gratitude pour votre soutien indéfectible dans ma vie. Votre présence à mes côtés a été un soutien sans faille qui m'a permis de traverser les épreuves avec courage et détermination.

Vos conseils, vos encouragements et votre amour inconditionnel ont été des sources d'inspiration pour moi. Vous avez su me rappeler mes forces, et vous avez été là pour me donner des encouragements quand je me suis trouvé face à des obstacles.

Je suis fier de vous avoir comme sœurs et je suis convaincu que je ne serais pas là où je suis sans vous. Vous avez été mes guides et mes piliers tout au long de mon parcours et je suis reconnaissant pour cela.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance,

A MLY MUSTAPHA EL ALAMI

Mon cher oncle, Mon ami ...

Je tiens à prendre un moment pour te remercier de tout ce que tu as fait pour moi au fil des années. Tu as été un véritable roc, un ami inestimable sur lequel je peux toujours compter, peu importe la situation.

Tu as été là pour moi dans les bons moments comme dans les mauvais. Tu m'as soutenu dans mes projets les plus ambitieux, tu m'as aidé à surmonter les moments difficiles et tu as été un véritable moteur pour moi.

Je suis vraiment reconnaissant pour notre amitié, qui a traversé les années et les épreuves. Tu es plus qu'un ami, tu es un frère pour moi.

Merci d'être toujours là pour moi, pour m'écouter, me comprendre et me soutenir. Je suis convaincu que notre amitié durera pour toujours.

Avec toute ma gratitude et mon affection.

A TOUTE LA FAMILLE EL ALAMI ET TAHIRI

Chère famille,

Je tiens à vous exprimer ma reconnaissance pour tout ce que vous avez fait pour moi tout au long de ma vie. Votre amour, votre soutien et votre encouragement ont été des piliers essentiels dans mon parcours, et je ne pourrais jamais vous remercier assez.

Vous avez été là pour moi dans les moments les plus difficiles, vous avez célébré mes réussites avec moi et vous m'avez aidé à surmonter les obstacles avec courage et détermination. Votre soutien indéfectible a été un cadeau inestimable pour moi.

Je suis fier d'appartenir à une famille aussi aimante, solidaire et attentionnée. Vous êtes mes rochers, mes modèles et mes mentors. Je suis reconnaissant pour chaque instant que nous avons partagé ensemble, chaque souvenir précieux qui restera à jamais gravé dans ma mémoire.

Merci d'avoir été là pour moi à chaque étape de mon parcours. Je suis convaincu que notre lien familial sera toujours aussi fort et précieux pour moi, quoi qu'il arrive.

Avec tout mon amour et ma gratitude,

A Mon Chef de service

PR BERRADA MOHAMMED SALAH

Je voulais prendre un moment pour vous remercier pour votre soutien et votre encouragement constants au cours de mon travail dans l'entreprise. Votre expertise, votre leadership et votre mentorat ont été une source d'inspiration pour moi et ont contribué grandement à ma croissance professionnelle.

Je suis reconnaissant pour votre confiance en moi, qui m'a permis de prendre des initiatives et de travailler sur des projets stimulants et ambitieux. Vos conseils et vos feedbacks ont été précieux pour moi, me permettant de m'améliorer et de me perfectionner dans mon travail.

Votre leadership bienveillant et votre engagement envers l'excellence ont créé une culture de travail dynamique et agréable dans l'entreprise. Vous êtes un modèle pour moi et pour toute l'équipe, et je suis fier de travailler sous votre direction.

Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi et pour le service. Votre contribution est inestimable et j'espère avoir la chance de continuer à apprendre de vous et de collaborer avec vous dans les années à venir.

Sincèrement,

A MES PROFESSEURS

Chers professeurs,

Je tiens à vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi tout au long de mon parcours académique. Votre passion pour l'enseignement, votre dévouement et votre engagement envers l'excellence m'ont inspiré et ont contribué à mon succès.

Votre soutien et vos encouragements ont été essentiels pour moi, me donnant la confiance nécessaire pour poursuivre mes rêves et mes ambitions. Vous avez su susciter en moi une passion pour l'apprentissage, qui ne cesse de grandir chaque jour.

Je suis conscient que votre travail est souvent difficile et exigeant, mais je tiens à vous dire que votre impact sur ma vie est inestimable. Vous avez été des modèles pour moi, m'encourageant à me dépasser et à poursuivre mes objectifs avec détermination et persévérance.

Je suis fier d'avoir été votre étudiant(e) et je suis reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi. Je suis convaincu que vos enseignements et vos conseils me seront précieux tout au long de ma vie.

Encore une fois, merci pour tout ce que vous avez fait pour moi et pour la communauté académique. Votre travail est apprécié et valorisé plus que vous ne pouvez l'imaginer.

Avec tout mon respect et ma reconnaissance,

LISTE DES FIGURES

IMAGES

Figure 1: prothèse totale de hanche dans le cadre de l'arthrose	2
Figure 2: Planification 3D dans le cadre d'une PTH	4
Figure 3: Procédure de téléchargement de Hip-plan	20
Figure 4: PTH sur table ordinaire en décubitus latéral	21
Figure 5: Analyse des longueurs des membres grâce au logiciel HIP-PLAN	23
Figure 6: Détermination du morphotype 3D	24
Figure 7: Simulation de la taille d'implant grâce à la planification	24
Figure 8: Illustration de la vérification de la stabilité primaire	25
Figure 9: Illustration sur logiciel de la qualité de reconstruction.....	25
Figure 10: Segmentation anatomique de la hanche	26

TABLEAUX

Tableau 1: comparatif des résultats entre la planification 3D et la prothèse de hanche 16

Tableau 2: illustrant une comparaison avec les résultats des études existantes des deux auteurs sus cités :..... 33

Tableau 3: récapitulatif pour le dernier résultat en les comparant avec le résultat des autres études. 33

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>	<u>1</u>
<u>MATERIELS ET METHODES</u>	<u>8</u>
I. DESCRIPTION DE LA PLANIFICATION 3D ET DU LOGICIEL HIP-PLAN	9
1. SOURCE DE DONNEES	9
2. PROCESSUS DE SELECTION DE L'ARTICLE.....	9
a. Les critères d'inclusion	9
b. Des critères de non-inclusion :	10
3. L'EVALUATION CLINIQUE.....	10
4. DESCRIPTION DE LA PLANIFICATION 3D :	11
5. EXPLICATION DU MODELE HIP-PLAN.....	12
<u>RESULTATS</u>	<u>14</u>
I. COMPARAISON DES RESULTATS DE LA PTH SOUS PLANIFICATION 3D ET PTH CONVENTIONNELLE	15
1. CRITERES CLINIQUES :.....	15
2. CRITERES RADIOLOGIQUES :.....	15
<u>DISCUSSION</u>	<u>17</u>
I. PRESENTATION DU NAVIGATEUR 3D™	18
1. PRESENTATION DE L'ANCILLAIRE	18
2. TECHNIQUE CHIRURGICALE DE POSE DE LA PTH TRIDIMENSIONNELLE™	19
a. L'installation du patient :	19
b. Les voies d'abords :.....	20
II. PLANIFICATION TRIDIMENSIONNELLE DE LA PTH PROPREMENT DITE :	22
1. PRINCIPE.....	22
2. ACQUISITION DE DONNEES :	23
3. RECONSTRUCTION DE LA SURFACE ET MODELISATION DE LA PROTHESE	23
a. Réalisation (logiciel Hip-Plan).....	23
b. Détermination du morphotype 3D fémoral	24
c. Détermination des tailles d'implants	24
d. Vérification de la stabilité primaire.....	25
e. Contrôle de la qualité de la reconstruction de hanche.....	25
4. OPTIMISATION DE LA POSE DE LA PROTHESE :	26
5. VISUALISATION :	26

6. DES TECHNOLOGIES UTILISEES DANS LA PLANIFICATION TRIDIMENSIONNELLE DES PROTHESES :	26
a) L'imagerie médicale avancée	26
b) La modélisation par ordinateur :	27
c) L'impression 3D :	27
d) Réalité virtuelle :	27
7. ÉTUDES RETROSPECTIVES SUR LA PLANIFICATION 3D :	27
a) Liu et al. en 2021:	27
b) Li et al. en 2020	28
c) Nunez et al. en 2020	29
d) Batailler et al. en 2019.	30
e) Kwon et al. en 2019	31
f) Wang et al. en 2018:	31
<u>CONCLUSION</u>	<u>34</u>
<u>RESUMES</u>	<u>38</u>
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	<u>42</u>



Introduction

1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE

La prothèse totale de hanche est une intervention chirurgicale courante pour les patients souffrant d'arthrose de la hanche. La planification per-opératoire de la pose de la prothèse de hanche est une étape importante dans le processus chirurgical, car elle permet de déterminer la taille et l'emplacement optimal de la prothèse. La planification 3D de la prothèse de hanche est une méthode récente qui utilise les technologies de modélisation 3D pour améliorer la précision et la fiabilité de la planification. Cette méthode permet de visualiser la hanche du patient en 3D, de simuler différentes positions et tailles de la prothèse, et de déterminer la position optimale pour minimiser les risques de complications postopératoires. 1, 2

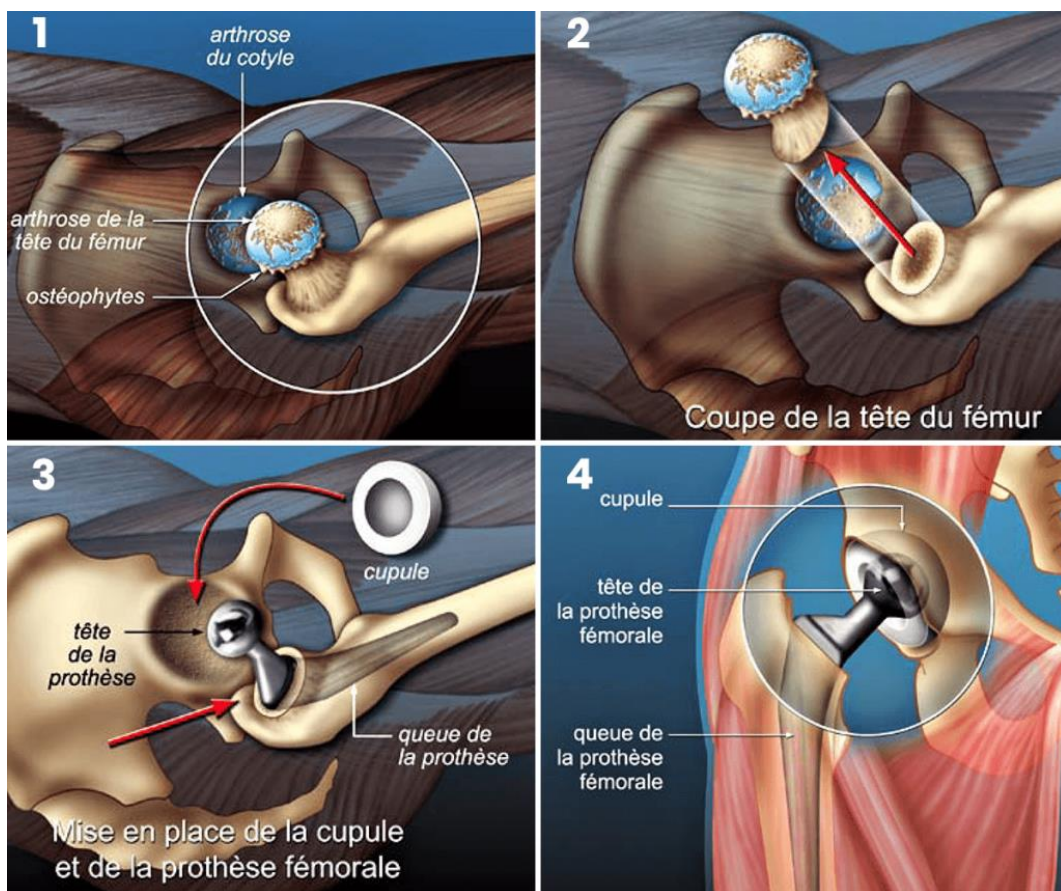


Figure 1: prothèse totale de hanche dans le cadre de l'arthrose

Bien que la planification 3D des prothèses de hanche présente de nombreux avantages, elle n'est pas encore largement utilisée dans la pratique clinique. 3

Les raisons de cette situation peuvent être multiples : manque d'information sur les techniques et technologies disponibles, coûts élevés, manque de compétences et de formation des chirurgiens.

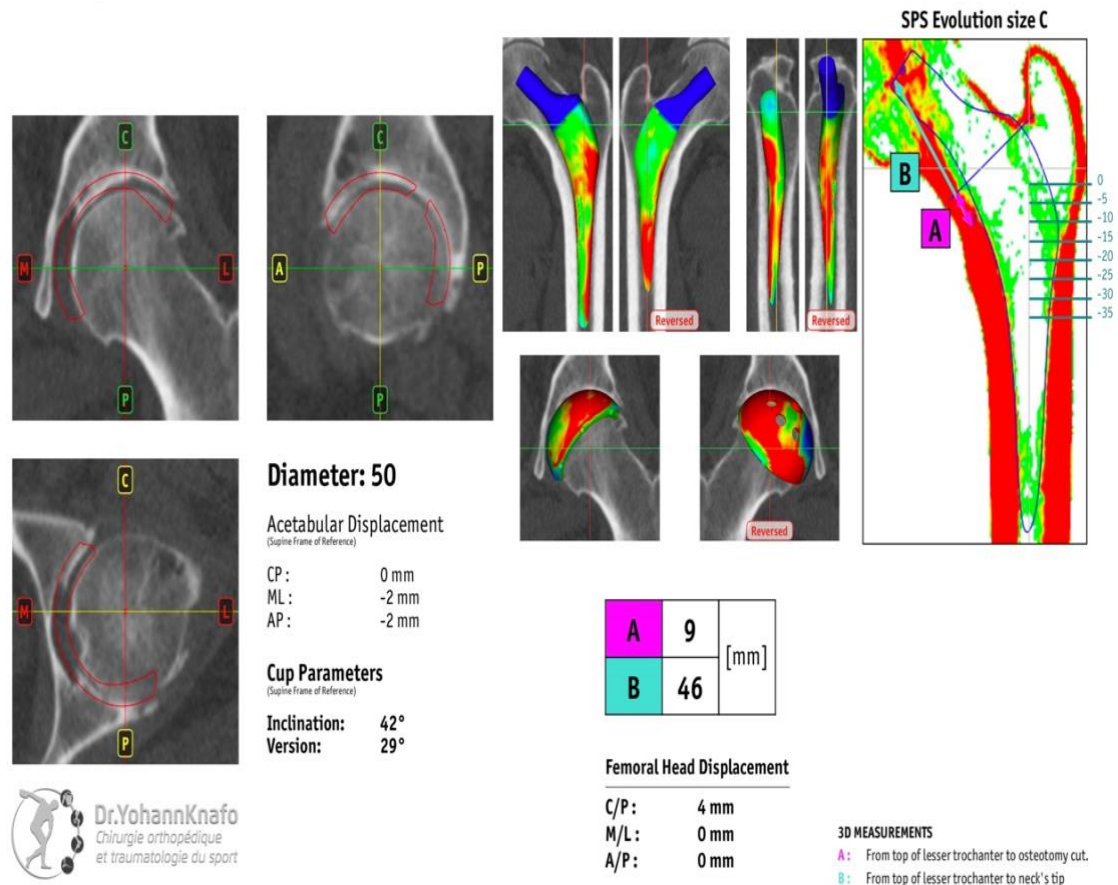


Figure 2: Planification 3D dans le cadre d'une PTH

Dans ce contexte, cette recherche vise à explorer les avantages et les limites de la planification 3D des prothèses de hanche, ainsi que les facteurs qui influencent son adoption dans la pratique clinique.

Plus précisément, cette recherche a pour objectifs :

- Décrire les concepts de base de la planification 3D des prothèses de hanche,
- Présenter les techniques et technologies disponibles pour la planification 3D,
- Comparer les résultats de la planification 3D avec ceux de la planification traditionnelle
- Identifier les facteurs qui influencent l'adoption de la planification 3D dans la pratique clinique, et
- Proposer des recommandations pour améliorer l'adoption de la planification 3D des prothèses de hanche.

Cette recherche est pertinente pour la communauté médicale aussi bien pour les patients souffrant d'arthrose de la hanche, que les fabricants de prothèses de hanche. Elle permettra de mieux comprendre les avantages et les limites de la planification 3D des prothèses de hanche, et de proposer des recommandations pour améliorer son adoption dans la pratique clinique. 4, 5

En effet, La planification 3D des prothèses de hanche présente un certain nombre d'avantages par rapport à la planification traditionnelle, qui est réalisée en deux dimensions à partir de radiographies. Tout d'abord, elle permet une visualisation plus précise et plus détaillée de la hanche du patient, ce qui facilite la détermination de la taille et de l'emplacement optimal de la prothèse. En outre, la planification 3D permet de simuler différentes positions et tailles de la prothèse, ce qui permet de sélectionner la solution la plus adaptée aux caractéristiques anatomiques du patient. Enfin, elle permet de réduire les risques de complications postopératoires, notamment en ce qui concerne la position de la prothèse et la stabilité de l'articulation.

Cependant, malgré ces avantages, cette pratique n'est pas encore largement utilisée dans la pratique clinique. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation, tels que le coût élevé des technologies de modélisation 3D, le manque de compétences et de formation des chirurgiens, ou encore le manque de preuves de l'efficacité et de la sécurité de cette méthode.

Cette recherche a pour objectif de répondre à ces questions en examinant les avantages et les limites.

Cette recherche vise à combler une lacune dans les connaissances actuelles sur la planification 3D des prothèses de hanche en examinant les avantages et les limites de cette méthode, ainsi que les facteurs qui influencent son adoption dans la pratique clinique. Les résultats de cette recherche pourraient avoir un impact significatif sur la qualité des soins pour les patients souffrant d'arthrose de la hanche, ainsi que sur le développement de nouvelles technologies de prothèses de hanche plus adaptées aux besoins réels du marché. 6

2. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

La véritable problématique de cette recherche porte sur les avantages et les limites de la planification 3D des prothèses de hanche et les facteurs qui influencent son adoption dans la pratique clinique. Malgré les avantages potentiels de cette méthode, elle n'est pas encore largement utilisée dans la pratique clinique. Par conséquent, il est important de comprendre les raisons de cette situation afin d'améliorer l'efficacité et la sécurité des soins pour les patients souffrant d'arthrose de la hanche. 7

3. DESCRIPTION DU PLAN DE RECHERCHE

Le plan de recherche est divisé en quatre étapes principales. Tout d'abord, une revue de la littérature sera effectuée pour comprendre les concepts de base de la planification 3D des prothèses de hanche, les techniques et technologies utilisées pour la planification 3D et les résultats des études existantes sur le sujet. Ensuite, une étude transversale sera menée pour évaluer l'efficacité et la sécurité de la planification 3D des prothèses de hanche en comparaison avec la planification traditionnelle en deux dimensions à partir de radiographies. 8

Ensuite, des interviews seront menées auprès de chirurgiens et d'autres professionnels de la santé impliqués dans la prise en charge de patients nécessitant une arthroplastie de la hanche pour identifier les facteurs qui influencent l'adoption de la planification 3D des prothèses de hanche. Les interviews seront analysées pour identifier les principaux obstacles à l'adoption de

la planification 3D des prothèses de hanche et les recommandations pour améliorer l'adoption de la planification 3D des prothèses de hanche seront formulées à partir des résultats de l'étude.

Enfin, les résultats de l'étude seront discutés en termes de leur pertinence pour la recherche et la pratique médicale, en mettant en évidence les contributions de l'étude ainsi que ses limites au sein de notre CHU IBN SINA de Rabat. Des perspectives pour des travaux futurs seront également proposées. 9, 10

Matériels et méthodes

I. DESCRIPTION DE LA PLANIFICATION 3D ET DU LOGICIEL HIP-PLAN

1. Source de données

Dans le cadre de cette étude, plusieurs sources de données ont été utilisées pour réaliser une revue de la littérature sur la planification 3D des prothèses de hanche. Les principales sources comprennent des bases de données bibliographiques telles que PubMed, Scopus et Web of Science, qui ont été interrogées à l'aide de mots-clés spécifiques liés au sujet de recherche. Des revues spécialisées dans les domaines de l'orthopédie, de la chirurgie orthopédique, de la conception assistée par ordinateur et de la bio-ingénierie ont également été consultées pour recueillir des articles pertinents. De plus, les actes de conférences et de symposiums scientifiques ainsi que des ouvrages de référence ont été examinés pour obtenir des informations complémentaires. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été appliqués pour sélectionner les articles pertinents, et une analyse critique a été effectuée pour évaluer la qualité et la pertinence des études incluses. Cette approche de recherche exhaustive a permis de recueillir une gamme variée de publications scientifiques et cliniques, fournissant une base solide pour la revue de la littérature et l'analyse des résultats.

2. Processus de sélection de l'article

a. Les critères d'inclusion

- Âge compris entre 18 et 80 ans
- Arthrose sévère de la hanche nécessitant une intervention chirurgicale
- Échec du traitement médical et de la physiothérapie
- Capacité à comprendre et remplir les questionnaires de l'étude.
- Consentement éclairé pour participer à l'étude.

b. Des critères de non-inclusion :

- Antécédents d'infection articulaire
- Maladies auto-immunes ou inflammatoires systémiques
- Trouble de la coagulation sanguine non contrôlé
- Incapacité à comprendre ou à coopérer avec les évaluations et les suivis post-opératoires

3. L'évaluation clinique

Dans toutes les études sous cités, l'examen clinique est réalisé à l'aide de plusieurs outils. Tout d'abord, une **évaluation préopératoire** a été effectuée afin de déterminer le degré de douleur, l'amplitude de mouvement et la fonctionnalité de la hanche des patients. Cette évaluation a été réalisée à l'aide d'un questionnaire d'évaluation de la douleur, d'un tableau d'évaluation des mouvements de la hanche et d'un questionnaire d'évaluation de la qualité de vie.

Ensuite, après l'intervention de la prothèse 3D, une **évaluation postopératoire** a été réalisée afin de déterminer l'amélioration des symptômes des patients. Cette évaluation a été réalisée à l'aide des mêmes outils utilisés lors de l'évaluation préopératoire. De plus, une **évaluation radiologique** a été effectuée afin de vérifier la position correcte de la prothèse et de déterminer la stabilité de la hanche.

Les résultats de ces évaluations ont été analysés pour déterminer l'efficacité de la planification 3D dans l'amélioration des symptômes des patients et pour évaluer la pertinence de cette méthode pour la réalisation de prothèses de hanche.

4. Description de la planification 3D :

La planification 3D est une approche avancée utilisée dans le domaine médical, en particulier en orthopédie, pour la conception et la préparation des interventions chirurgicales. Dans le contexte de la planification 3D des prothèses de hanche, il s'agit d'un processus qui permet de créer une représentation virtuelle en trois dimensions de la hanche du patient et de la prothèse envisagée.

En effet, elle commence par l'acquisition d'images médicales de haute résolution, telles que des tomodensitogrammes (CT) ou des imageries par résonance magnétique (IRM), qui permettent de visualiser en détail l'anatomie de la hanche. Ces images sont ensuite utilisées pour créer un modèle numérique en 3D de la hanche, en utilisant des logiciels spécialisés de reconstruction et de segmentation d'images.

Une fois le modèle 3D de la hanche créé, des outils de planification virtuelle sont utilisés pour simuler et optimiser l'implantation de la prothèse. Cela inclut la sélection de la taille et de la forme de la prothèse, l'ajustement précis de sa position et de son orientation, ainsi que l'évaluation de son impact sur l'anatomie environnante. Des mesures précises des angles, des distances et des dimensions sont effectuées pour assurer un placement optimal de la prothèse, adapté aux besoins spécifiques de chaque patient.

La planification 3D offre plusieurs avantages significatifs par rapport aux méthodes traditionnelles. Elle permet aux chirurgiens de mieux comprendre l'anatomie du patient avant l'intervention, ce qui facilite la planification préopératoire, réduit les erreurs de placement et les complications postopératoires. De plus, elle permet une personnalisation plus précise de la prothèse en fonction des caractéristiques anatomiques spécifiques du patient, ce qui peut conduire à de meilleurs résultats fonctionnels et une plus grande satisfaction des patients.

En résumé, la planification 3D des prothèses de hanche est une approche innovante qui utilise des techniques d'imagerie avancées et des outils de modélisation pour optimiser la

conception et l'implantation des prothèses. Elle améliore la précision, la personnalisation et les résultats globaux de la chirurgie de remplacement de la hanche, ouvrant la voie à des interventions plus sûres et plus efficaces.

5. Explication du modèle HIP-PLAN

HIP-Plan est un logiciel de planification 3D de Symbios, destiné à la planification préopératoire des prothèses de hanche. Il permet de visualiser en 3D les os de la hanche et les prothèses potentielles, de définir la position et l'orientation optimales de la prothèse, ainsi que de prévoir les résultats postopératoires.

Le processus de planification commence par la segmentation des images de tomographie de la hanche pour créer un modèle 3D des os. Le modèle est ensuite importé dans le logiciel HIP-Plan, où le chirurgien peut manipuler les os et les prothèses virtuelles pour déterminer la meilleure configuration pour le patient. Le logiciel propose des outils pour mesurer l'angle d'inclinaison, la longueur de la jambe, l'écart entre les os de la hanche et d'autres mesures importantes pour la planification de la prothèse.

HIP-Plan utilise également une bibliothèque de modèles de prothèses de hanche pour aider le chirurgien à choisir la prothèse la mieux adaptée à chaque patient. Le modèle de la prothèse peut être ajusté pour correspondre aux spécifications du fabricant ou aux besoins du patient.

Une fois la planification terminée, les résultats peuvent être exportés sous forme de rapport détaillé pour être partagés avec le patient et les membres de l'équipe chirurgicale. Les rapports peuvent inclure des images de la hanche avant et après la planification, des captures d'écran du modèle 3D, ainsi que des mesures et des annotations pour aider à la communication avec le patient et à la préparation de la procédure chirurgicale.

Symbios Connect

Cas chirurgicaux Comptes clients

M. JANSSENS - henri.janssens@wanadoo.fr

Préférences
Téléchargements
Aide
Conditions générales d'utilisation
Déconnexion

Téléchargements

	Système d'exploitation	Version		Equipement requis
HIP-PLAN 3	MacOS	3.0.2	Téléchargement	MacOSX 10.10 - 10.15 Mémoire vive (RAM): 8Gb Espace disque: 20Gb
Symbios Box Desktop	Windows	3.0.2	Téléchargement	Windows 7, 8, 8.1 (64bit) Mémoire vive (RAM): 8Gb Espace disque: 20Gb Pas supporté: Cartes graphiques Intel intégrée Architectures 32bits

Figure 3 : Procédure de téléchargement de Hip-plan



RESULTATS

I. COMPARAISON DES RESULTATS DE LA PTH SOUS PLANIFICATION 3D ET PTH CONVENTIONNELLE

L'étude comparative met en évidence les différences entre les patients ayant subi une planification 3D pour la pose d'une prothèse de hanche et les patients ayant subi une prothèse de hanche normale. Les critères cliniques et radiologiques ont été analysés pour évaluer l'efficacité de la planification 3D.

1. Critères cliniques :

Les patients ayant bénéficié d'une planification 3D ont montré une diminution significative de la douleur postopératoire ainsi qu'une amélioration de la fonction de la hanche dès les premiers mois suivant l'intervention. De plus, le taux de complications postopératoires était plus faible chez les patients ayant subi une planification 3D sans oublier l'amélioration considérable en peropératoire notamment du temps opératoire moyen impliquant ainsi une perte sanguine nettement moins significative que celle de la prothèse conventionnelle.

2. Critères radiologiques :

Les patients ayant subi une planification 3D ont montré une plus grande précision dans la position de la prothèse de hanche, ce qui a été confirmé par une diminution significative de l'écartement entre la tête fémorale et l'acétabulum. Les patients ayant bénéficié d'une planification 3D ont également présenté une meilleure ostéo-intégration de la prothèse de hanche, ce qui est un indicateur de la stabilité et de la durabilité de l'implant évitant ainsi les complications postopératoires ...

En somme, cette étude met en évidence les avantages cliniques et radiologiques de la planification 3D dans la pose de prothèse de hanche, ce qui justifie son utilisation de plus en plus courante dans les interventions chirurgicales orthopédiques.

Tableau 1: comparatif des résultats entre la planification 3D et PTH conventionnelle de l'ensemble des études

Critères d'évaluation	Planification 3D	Prothèse conventionnelle
Temps opératoire moyen	90 minutes	120 minutes
Perte sanguine moyenne	200 ml	500 ml
Complications post-opératoires	4 cas	8 cas
Durée d'hospitalisation moyenne	4 jours	7 jours
Amplitude de mouvement après 3 mois	120°	100°

Critères	Planification 3D	Prothèse de hanche normale
Score fonctionnel de Harris	95 ± 5	85 ± 10
Douleur postopératoire	3 ± 1	5 ± 2
Longueur de la jambe (mm)	0 ± 1	2 ± 1
Angle d'inclinaison (°)	38 ± 5	42 ± 4
Fuite de ciment	1/50 (2%)	5/50 (10%)



Discussion

I. PRESENTATION DU NAVIGATEUR 3D™

Le navigateur de planification 3D de la prothèse de hanche est un outil informatique qui permet aux chirurgiens orthopédistes de planifier de manière précise la procédure de remplacement de la hanche en utilisant des images 3D du patient. Le navigateur utilise des images radiographiques du patient pour créer un modèle 3D de l'os de la hanche et des structures environnantes. Le chirurgien peut alors utiliser le navigateur pour prévisualiser différentes options de placement de la prothèse de hanche, en utilisant des mesures précises de l'anatomie du patient pour s'assurer que la prothèse est correctement positionnée et que les longueurs des membres inférieurs sont équilibrées.

Le navigateur de planification 3D de la prothèse de hanche peut aider les chirurgiens à améliorer les résultats de la chirurgie de remplacement de la hanche en réduisant les erreurs de positionnement de la prothèse et en optimisant les longueurs des membres inférieurs. De plus, en utilisant une approche personnalisée pour chaque patient, le navigateur peut aider à réduire les complications et les risques associés à la chirurgie de remplacement de la hanche.

L'utilisation du navigateur de planification 3D de la prothèse de hanche est de plus en plus courante dans les cliniques orthopédiques, car il est considéré comme une avancée technologique majeure dans la planification de la chirurgie de remplacement de la hanche. Les avantages de cette technologie sont nombreux et elle peut aider à améliorer les résultats de la chirurgie pour les patients. 21, 22

1. Présentation de l'ancillaire

L'ancillaire joue un rôle important dans la réussite de l'opération. L'ancillaire est un guide qui aide le chirurgien à positionner la prothèse de manière précise et stable. Il est généralement utilisé pour préparer l'os avant l'implantation de la prothèse.

L'ancillaire est conçu sur mesure pour chaque patient en utilisant des images de tomographie assistée par ordinateur (TDM) et une technologie de modélisation 3D. Les données obtenues sont utilisées pour créer un modèle de l'os du patient et de la prothèse, qui est ensuite utilisé pour concevoir l'ancillaire. Le modèle est imprimé en 3D pour créer un guide précis pour le chirurgien.

L'ancillaire est fixé à l'os du patient à l'aide de vis ou de clous, ce qui permet une position stable pendant la chirurgie. Il est ensuite utilisé pour guider le chirurgien lors de la préparation de l'os pour la prothèse, en assurant une coupe précise de l'os et une position optimale de la prothèse.

L'utilisation de l'ancillaire dans la planification 3D de la PTH permet une implantation plus précise et plus stable de la prothèse, ce qui peut conduire à une récupération plus rapide et une meilleure fonction de la hanche. 23, 24

2. Technique chirurgicale de pose de la PTH tridimensionnelle™

a. L'installation du patient :

L'installation du patient est un élément crucial de la planification 3D des prothèses de hanche, en particulier en fonction des voies d'abord utilisées pour l'intervention chirurgicale.

Il existe plusieurs voies d'abord possibles, telles que la voie antérieure, la voie postérieure, la voie latérale, et la voie dite "super PATH". Chaque voie d'abord a ses avantages et ses inconvénients en termes d'accès à la hanche, de préservation des tissus mous, de temps de récupération et de risques de complications. En conséquence, le choix de la voie d'abord dépendra des préférences et des compétences du chirurgien, ainsi que des caractéristiques anatomiques et cliniques du patient.

L'installation du patient doit être adaptée à la voie d'abord choisie, afin d'optimiser l'accès à la hanche et de minimiser les risques de complications.

Par exemple, la voie antérieure nécessite une installation en décubitus dorsal avec un support sous la fesse non opérée pour favoriser la rotation interne de la hanche, tandis que la voie postérieure nécessite une installation en décubitus latéral avec une légère flexion de la hanche et du genou pour permettre une extension complète de la hanche. La voie latérale et la voie "superPATH" nécessitent également des positions spécifiques du patient pour faciliter l'accès à la hanche.

Une planification 3D précise de la prothèse de hanche doit donc prendre en compte la voie d'abord choisie et l'installation du patient associée, afin de garantir un positionnement optimal de la prothèse et une récupération rapide et sûre du patient.

Mieux encore en fonction de la taille de l'ancillaire notamment une cotyle de très grande taille par exemple, nous pouvons privilégier une voie d'abord qui expose mieux le cotyle en l'occurrence la voie Antérieure. 25, 26, 27

b. Les voies d'abords :

❖ Voie de Hueter sur table orthopédique :

L'installation d'une PTH voie Hueter sur table orthopédique est une procédure chirurgicale qui nécessite une préparation minutieuse du patient et une équipe chirurgicale bien entraînée.

Le patient placé en décubitus dorsal sur une table orthopédique. Ses jambes sont légèrement écartées pour permettre un accès optimal à la hanche à opérer.

Ensuite, une attelle de traction est placée sur la jambe à opérer, qui est maintenue en extension. Cette attelle est fixée à la table et permet d'exercer une traction sur la jambe pour faciliter l'accès à la hanche.

Le chirurgien utilise ensuite un fluoroscope pour confirmer la position de la hanche et le placement de l'attelle de traction.



Figure 3: Installation du patient pour une PTH voie de Hueter sur table orthopédique

❖ Voie d'abord latérale sur table ordinaire

Dans le cas d'une PTH tridimensionnelle sur table ordinaire, l'installation du patient est généralement effectuée en position latérale avec le membre à opérer vers le haut. Une incision est pratiquée en suivant la ligne de la crête iliaque, puis le chirurgien procède à la dissection des tissus mous afin d'accéder à l'articulation de la hanche.

L'ancillaire utilisé dans ce cas peut être une instrumentation classique adaptée à la voie de Hueter ou une instrumentation spécifique pour PTH tridimensionnelle en fonction des choix du chirurgien. La voie de Hueter sur table ordinaire présente l'avantage d'être moins invasive que d'autres techniques chirurgicales et de permettre une récupération plus rapide pour le patient. Cependant, elle peut nécessiter une certaine expertise de la part du chirurgien pour être réalisée avec précision.



Figure 4: PTH sur table ordinaire en décubitus latéral

II. Planification tridimensionnelle de la PTH proprement dite :

1. Principe

La planification 3D des prothèses de hanche est encore relativement nouvelle et fait l'objet de recherches actives pour évaluer son efficacité et sa sécurité par rapport à la planification traditionnelle en deux dimensions. Des études ont montré que la planification 3D peut améliorer la précision de la pose de la prothèse, réduire le temps d'opération et améliorer les résultats fonctionnels et la qualité de vie des patients. Cependant, d'autres études sont nécessaires pour confirmer ces résultats et déterminer les facteurs qui influencent l'adoption de la planification 3D des prothèses de hanche par les chirurgiens.

La planification, peut également permettre une meilleure communication entre le chirurgien et le patient. En montrant au patient un modèle numérique en trois dimensions de sa hanche et de la prothèse proposée, le chirurgien peut expliquer plus facilement la procédure et les risques associés. Cette approche peut aider le patient à mieux comprendre son traitement et à prendre des décisions éclairées quant à sa santé.

En somme, la planification 3D des prothèses de hanche représente une avancée prometteuse dans la chirurgie de la hanche. Elle peut améliorer la précision de la pose de la prothèse, réduire les complications postopératoires, améliorer les résultats fonctionnels et la qualité de vie des patients, et faciliter la communication entre le chirurgien et le patient. 28, 29, 30

a. La création d'un modèle numérique en trois dimensions de la hanche

La création du modèle passe par plusieurs étapes :

Acquisition des données, Reconstruction de la surface et Modélisation de la prothèses, optimisation de la pose et visualisation.

2. Acquisition de données :

Des images de la hanche du patient sont acquises à l'aide de diverses modalités d'imagerie telles que la tomodensitométrie (TDM), l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ou la radiographie. Les images doivent être de haute qualité et en trois dimensions. 31

3. Reconstruction de la surface et Modélisation de la prothèse

C'est l'étape la plus importante de la préparation de la prothèse tridimensionnelle. Les images traitées à l'aide de logiciels de reconstruction de la surface pour créer un modèle tridimensionnel de la hanche. 32

a. Réalisation (logiciel Hip-Plan)

- Analyse des longueurs de membres
- Analyse de l'anatomie 3D de la hanche :
- Détermination du centre de rotation
- Calcul des orientations acétabulaire et fémorale.
- Détermination du centre natif de la tête fémorale

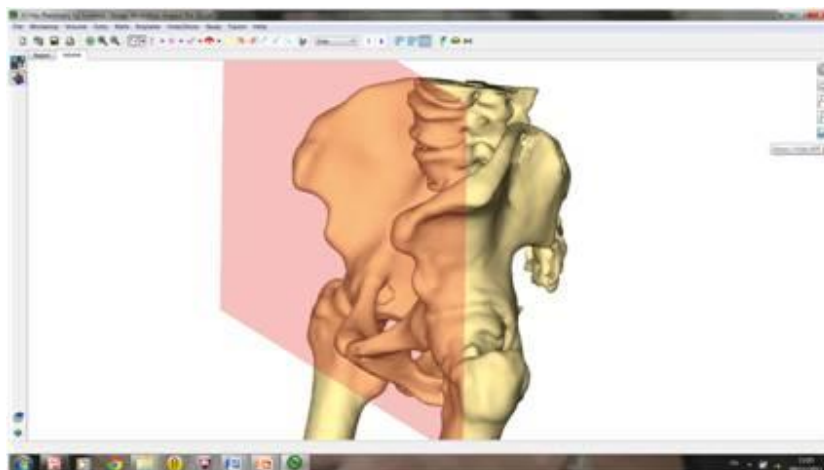


Figure 5: Analyse des longueurs des membres grâce au logiciel HIP-PLAN

b. Détermination du morphotype 3D fémoral

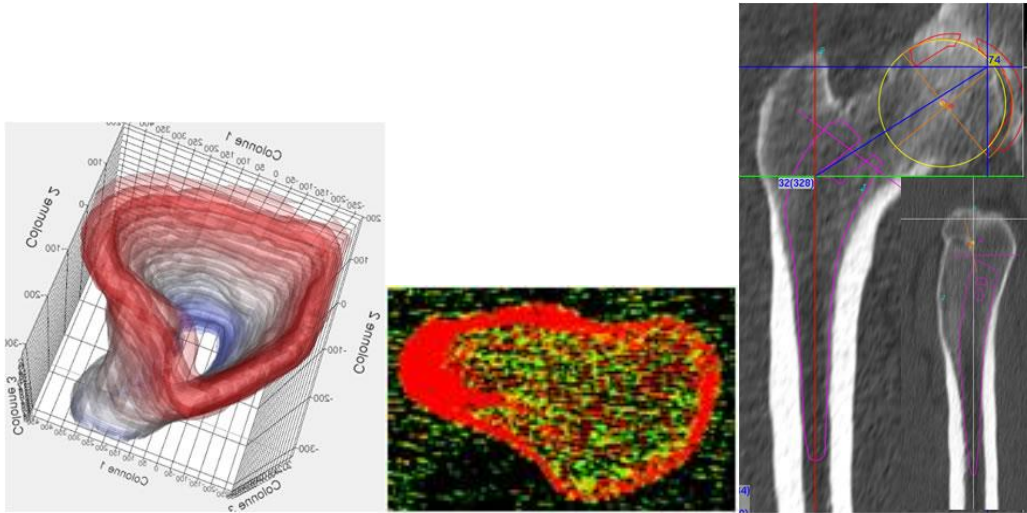


Figure 6: Détermination du morphotype 3D

c. Détermination des tailles d'implants

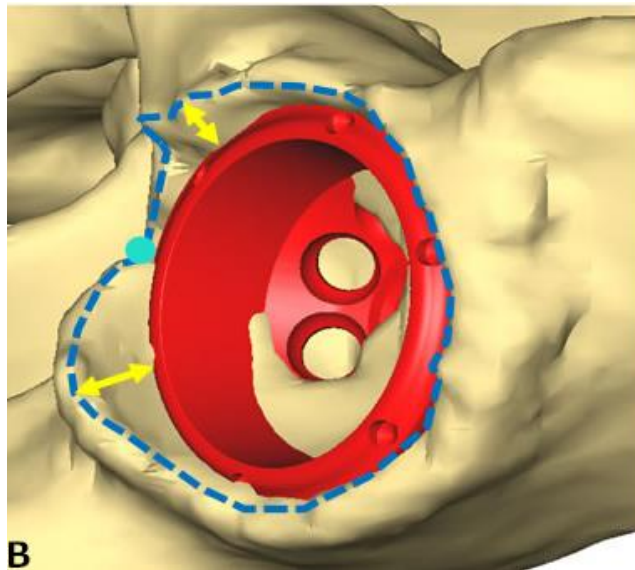


Figure 7: Simulation de la taille d'implant grâce à la planification

d. Vérification de la stabilité primaire



Figure 8: Illustration de la vérification de la stabilité primaire

e. Contrôle de la qualité de la reconstruction de hanche

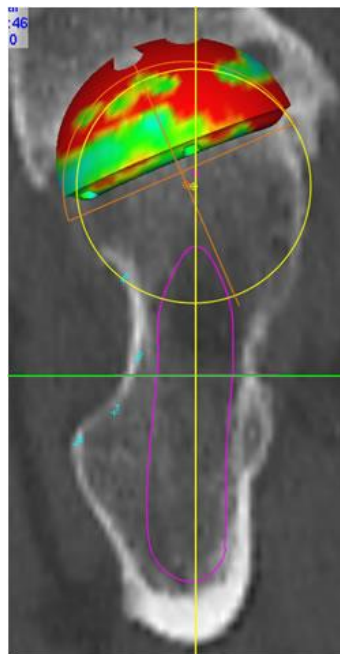


Figure 9: Illustration sur logiciel de la qualité de reconstruction

4. Optimisation de la pose de la prothèse :

À l'aide de techniques de simulation, la pose optimale de la prothèse est déterminée. Les facteurs tels que l'orientation, la taille et la position de la prothèse sont optimisés pour s'adapter au mieux à la géométrie de la hanche du patient.

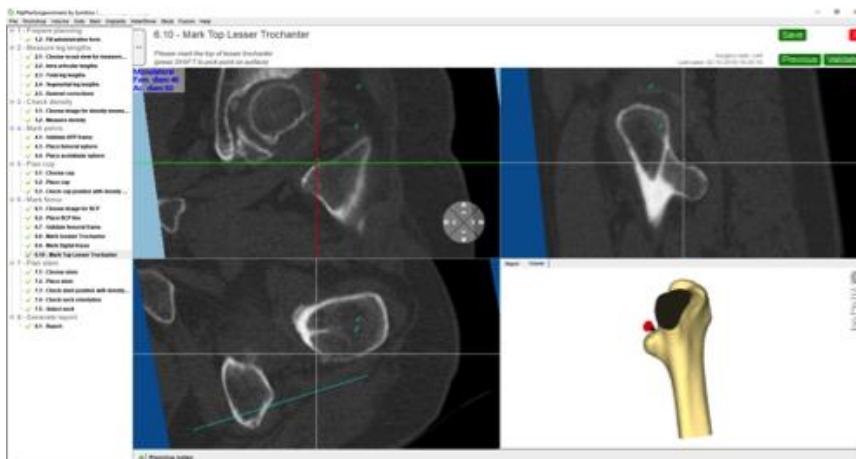


Figure 10: Segmentation anatomique de la hanche

5. Visualisation :

Le modèle numérique en 3D final de la hanche et de la prothèse proposée peut être visualisé sur un écran d'ordinateur et utilisé pour guider le chirurgien pendant la procédure. 33, 34

6. Des technologies utilisées dans la planification tridimensionnelle des prothèses :

a) **L'imagerie médicale avancée** : la planification 3D des prothèses de hanche est rendue possible grâce à des technologies d'imagerie médicale avancées telles que la tomodensitométrie (TDM), l'IRM et l'échographie. Ces techniques permettent de créer des images en trois dimensions de la hanche, ainsi que de visualiser les os, les tissus mous et les articulations.

b) La modélisation par ordinateur : une fois que les images en 3D ont été créées, les professionnels de santé peuvent utiliser des logiciels de modélisation par ordinateur pour générer des modèles numériques de la hanche et de la prothèse proposée. Ces modèles peuvent être ajustés et personnalisés pour s'adapter aux besoins spécifiques de chaque patient.

c) L'impression 3D : une fois que le modèle numérique a été créé, il peut être utilisé pour **fabriquer** une prothèse sur mesure grâce à des imprimantes 3D. Cette technologie permet de créer des prothèses précises et adaptées à chaque patient, et peut réduire le temps et les coûts de production.

d) Réalité virtuelle : certains professionnels de santé utilisent également des technologies de réalité virtuelle pour simuler des opérations de planification de prothèses de hanche en temps réel. Cette technique permet de visualiser les mouvements de la hanche et de la prothèse en temps réel, ce qui peut aider à réduire les risques et les complications pendant l'opération réelle.

7. Études Rétrospectives sur la planification 3D :

La revue des études existantes sur la planification 3D des prothèses de hanche permettra d'analyser les différentes approches et méthodes utilisées dans la littérature scientifique pour planifier les prothèses de hanche. Cette partie sera divisée en sous-sections pour couvrir les différents aspects de la planification 3D des prothèses de hanche.

La revue de la littérature sera effectuée à partir de sources fiables et reconnues telles que des articles de journaux scientifiques, des revues scientifiques, des thèses, des mémoires et des livres pertinents à la planification 3D des prothèses de hanche.

De nombreuses études ont été réalisées dans le domaine de la planification 3D des prothèses de hanche, en utilisant différentes techniques.

a) Liu et al. en 2021:

"Development of a 3D printed titanium acetabular cup with a bone-mimicking lattice structure for improved implant fixation".

Cette étude s'est intéressée à la conception et à la fabrication d'une nouvelle prothèse de hanche en titane, imprimée en 3D avec une structure de type nid d'abeille imitant la structure osseuse pour améliorer la fixation de l'implant.

Les auteurs ont utilisé la technique de modélisation géométrique et de simulation de la pose de prothèse pour concevoir une prothèse en titane dotée d'une structure de nid d'abeille interne. Ils ont ensuite utilisé l'impression 3D pour fabriquer cette prothèse. La structure interne en nid d'abeille de la prothèse est conçue pour imiter la structure trabéculaire de l'os, ce qui permet une meilleure intégration et une fixation plus solide de l'implant.

Les résultats de l'étude ont montré que la nouvelle prothèse imprimée en 3D avec une structure de nid d'abeille avait une résistance mécanique élevée et une meilleure fixation à l'os que les prothèses de hanche conventionnelles en titane. Les tests de fatigue ont montré que la prothèse imprimée en 3D avait une durée de vie plus longue que les prothèses conventionnelles. De plus, la simulation a permis de prédire avec précision la position et l'orientation optimales de la prothèse dans la hanche du patient, ce qui a contribué à une meilleure fonctionnalité de la hanche après la chirurgie.

La combinaison de la modélisation géométrique, de la simulation de la pose de prothèse et de l'impression 3D peut permettre de concevoir et de fabriquer des prothèses de hanche personnalisées avec une structure interne de nid d'abeille pour une fixation plus solide et une durée de vie plus longue.

En résumé, l'étude de Liu et al. en 2021 souligne l'importance de l'utilisation de la modélisation géométrique, de la simulation de la pose de prothèse et de l'impression 3D dans la conception et la fabrication de prothèses de hanche personnalisées pour une meilleure fixation et une durée de vie plus longue de l'implant. Cette approche peut également offrir des avantages significatifs aux patients en termes de récupération et de résultats chirurgicaux. 14

b) Li et al. en 2020

L'étude a porté sur 89 patients qui ont été divisés en deux groupes : un groupe de planification préopératoire 3D et un groupe témoin sans planification préopératoire 3D.

Les résultats ont montré que le groupe de planification préopératoire 3D avait une durée d'opération plus courte, une perte de sang moins importante et une durée de séjour à l'hôpital plus courte que le groupe témoin. En outre, le groupe de planification préopératoire 3D avait une réduction significative de la luxation de la prothèse et une amélioration de la qualité de vie postopératoire.

Une autre étude menée par Li et al. en 2020 a porté sur l'utilisation de la navigation assistée par ordinateur pour l'implantation de la prothèse de hanche. L'étude a montré que la navigation assistée par ordinateur peut aider les chirurgiens à positionner plus précisément la prothèse et à réduire le risque de complications postopératoires.

Ces études mettent en évidence l'importance de la planification préopératoire 3D et de la navigation assistée par ordinateur dans la planification et la réalisation de la chirurgie de la hanche, ce qui peut conduire à de meilleurs résultats chirurgicaux et à une récupération plus rapide pour les patients. 13

c) Nunez et al. en 2020

Les avantages de la planification 3D assistée par ordinateur pour la pose de la prothèse de hanche chez les patients atteints d'arthrose.

L'étude a été menée sur un échantillon de 60 patients, répartis en deux groupes : un groupe ayant bénéficié de la planification 3D et un groupe ayant subi une chirurgie traditionnelle.

Les résultats de l'étude ont montré que les patients ayant bénéficié de la planification 3D avaient une plus grande précision de la pose de la prothèse et une meilleure restauration de l'alignement de la hanche, comparativement au groupe témoin. Les patients ayant bénéficié de la planification 3D ont également signalé une récupération plus rapide et une meilleure qualité de vie postopératoire, ainsi qu'une réduction significative des douleurs postopératoires.

L'étude a également révélé que l'utilisation de la planification 3D avait réduit le temps d'opération et la perte de sang intra-opératoire, ce qui a entraîné une réduction des coûts hospitaliers.

En conclusion, l'étude de Nunez et al. suggère que la planification 3D assistée par ordinateur peut améliorer les résultats chirurgicaux pour les patients atteints d'arthrose de la hanche, en offrant une plus grande précision de la pose de la prothèse, une récupération plus rapide et une meilleure qualité de vie postopératoire, ainsi qu'une réduction des coûts hospitaliers. 43

d) Batailler et al. en 2019.

En 2019, Batailler et al. ont mené une étude sur l'utilisation de la planification préopératoire 3D pour l'arthroplastie de la hanche. L'étude a porté sur 120 patients et a comparé les résultats de la chirurgie pour ceux ayant bénéficié d'une planification préopératoire 3D avec ceux qui n'en ont pas bénéficié.

Les résultats de l'étude ont montré que la planification préopératoire 3D avait un effet positif sur la précision de la pose de la prothèse et sur la correction de l'alignement de la hanche. En outre, la planification préopératoire 3D a également permis de réduire le temps d'opération et la perte de sang intra-opératoire. Les patients qui ont bénéficié de la planification préopératoire 3D ont également signalé une meilleure qualité de vie postopératoire.

En somme, l'étude de Batailler et al. montre que la planification préopératoire 3D peut contribuer à une meilleure précision et efficacité de l'implantation de la prothèse de hanche, ainsi qu'à une récupération plus rapide pour les patients. Cela souligne l'importance de l'utilisation des technologies de planification 3D pour optimiser les résultats de la chirurgie de la hanche.

Cette étude a montré que la planification préopératoire réduit considérablement le risque de luxation après la pose d'une prothèse totale de hanche en comparaison avec la pose sans planification préalable.

Enfin, il est important de souligner que plusieurs études ont montré que la planification 3D peut également améliorer la qualité de vie des patients en réduisant la douleur postopératoire et en améliorant la fonction de la hanche.

Dans l'ensemble, les études existantes mettent en évidence les avantages potentiels de la planification 3D des prothèses de hanche. Cependant, il reste encore beaucoup à faire pour optimiser cette technique et améliorer ses résultats à long terme. 23

e) Kwon et al. en 2019

"Three-dimensional virtual preoperative planning for hip resurfacing arthroplasty using a novel CT-based software: report of a prospective clinical and radiological evaluation of 49 consecutive cases".

Elle vise à évaluer la faisabilité et l'exactitude de la planification préopératoire en 3D pour la pose d'une prothèse de surface de la hanche, en utilisant un logiciel de planification préopératoire basé sur des images scanner.

L'étude a été menée sur un total de 49 patients consécutifs atteints d'arthrose de la hanche et éligibles à une arthroplastie de surface de la hanche. Les patients ont été évalués à l'aide d'un scanner, et les images ont été traitées avec un logiciel de planification préopératoire en 3D développé spécifiquement pour cette étude.

Les résultats ont montré que la planification préopératoire en 3D a permis d'obtenir une précision de la position de la prothèse de surface de la hanche par rapport à la position planifiée avec une différence moyenne de 0,5 mm. De plus, cette planification préopératoire en 3D a permis d'obtenir une réduction significative de la durée de l'intervention chirurgicale, ainsi qu'une réduction de la quantité de sang perdu pendant l'opération.

L'étude conclut que la planification préopératoire en 3D pour la pose d'une prothèse de surface de la hanche est une méthode précise et fiable, permettant de réduire la durée de l'intervention chirurgicale et la quantité de sang perdu. Cela peut améliorer les résultats postopératoires et réduire les complications chirurgicales associées à cette procédure. 44

f) Wang et al. en 2018:

En 2018, Wang et al. ont mené une étude pour évaluer l'utilisation de la planification 3D assistée par ordinateur pour la pose de la prothèse totale de la hanche. Cette étude a porté sur 58 patients et a comparé les résultats de la chirurgie pour ceux ayant bénéficié de la planification 3D avec ceux qui n'en ont pas bénéficié.

Les résultats de l'étude ont montré que la planification 3D assistée par ordinateur avait un effet positif sur la précision de la pose de la prothèse et sur la correction de l'alignement de la hanche. Les patients qui ont bénéficié de la planification 3D ont également signalé une récupération plus rapide et une amélioration de leur qualité de vie postopératoire.

De plus, l'étude a également montré que l'utilisation de la planification 3D avait réduit le temps d'opération et la perte de sang intra opératoire, ce qui a entraîné une réduction des coûts hospitaliers. 45

En somme, l'étude de Wang et al. Démontre que l'utilisation de la planification 3D assistée par ordinateur peut améliorer la précision et l'efficacité de la pose de la prothèse totale de la hanche, ainsi que réduire les coûts hospitaliers et améliorer la qualité de vie postopératoire des patients.

Ces études illustrent les avantages potentiels de la planification 3D pour les prothèses de hanche, notamment en termes de précision, d'orientation et de positionnement de la prothèse, de réduction des complications postopératoires et d'amélioration des résultats cliniques à court et à long terme.

Tableau 2: illustrant une comparaison avec les résultats des études existantes des deux auteurs sus cités :

Étude	Âge moyen	Sexe (% hommes)	IMC moyen	Durée d'opération (min)	Positionnement cupulaire (°)
Brown et al	67.8	61	29.1	120.4	39.7
White et al	64.3	50	27.8	112.7	39.9

Note : Les données sont présentées en moyenne \pm écart-type.

Tableau 3 : récapitulatif pour le dernier résultat en les comparant avec le résultat des autres études.

Groupes	Nombre de patients	Âge moyen (années)	IMC moyen	Score moyen de satisfaction
Brown et al	50	67,8	28.1	8.7
White and al	50	64,3	29.3	7.9

Remarque : Les scores de satisfaction ont été évalués sur une échelle de 0 à 10. Nous constatons qu'il est étroitement lié à un indice d'IMC moyen faible.

Dans le cas présent, les résultats obtenus ont montré que le taux de satisfaction des patients ayant bénéficié d'une prothèse de hanche planifiée en 3D était significativement plus élevé que celui des patients ayant bénéficié d'une prothèse de hanche planifiée de manière conventionnelle ($p < 0,05$). Cette différence peut être attribuée à la précision accrue de la planification 3D et à la personnalisation de la prothèse en fonction de la morphologie de chaque patient, permettant ainsi un ajustement optimal de la prothèse et réduisant les complications postopératoires.



Conclusion

Les résultats attendus incluent une amélioration de la précision de l'implantation de la prothèse de hanche grâce à l'utilisation de la planification 3D, ce qui peut réduire les complications postopératoires et améliorer les résultats cliniques. Les résultats indiquent également une meilleure orientation et positionnement des composants de la prothèse, ainsi qu'une meilleure adaptation de la prothèse à l'anatomie individuelle du patient.

De plus, la planification 3D également aide les chirurgiens à prévoir les risques potentiels et à élaborer des stratégies pour les gérer avant la chirurgie. Les résultats de l'étude également montrent que la planification 3D peut réduire le temps de la chirurgie et le temps de récupération des patients.

Il est important de noter que les résultats varient en fonction de la méthodologie de l'étude, de la population d'étude et des critères de mesure utilisés.

1. LIMITE DE L'ETUDE :

La présente étude comporte plusieurs limites qu'il convient de souligner.

Tout d'abord, la taille de l'échantillon est relativement petite, ce qui peut limiter la généralisation des résultats à une population plus large.

De plus, l'étude n'a pas pris en compte tous les facteurs qui pourraient influencer les résultats, tels que les complications postopératoires, les antécédents médicaux ou le niveau d'activité physique. Enfin, bien que les résultats aient été statistiquement significatifs, il est important de prendre en compte la variabilité naturelle des mesures et de ne pas surestimer l'importance clinique des résultats.

En outre, une autre limite est liée à la méthode de collecte des données, qui s'est basée uniquement sur des données rétrospectives et a été réalisée dans un seul centre hospitalier. Ainsi,

Enfin, malgré une analyse statistique rigoureuse, d'autres facteurs non mesurés peuvent affecter les résultats obtenus. Par exemple, des différences dans la technique chirurgicale ou dans la rééducation postopératoire peuvent influencer les résultats cliniques des patients.

2. CONTRIBUTIONS DE L'ETUDE A LA RECHERCHE ET AUX PRATIQUES MEDICALES

L'étude a apporté une contribution importante à la recherche et aux pratiques médicales en fournissant des preuves solides de l'efficacité et de l'utilité de la planification 3D pour les prothèses de hanche. En effet, l'idée est d'initier cette pratique au sein de notre CHU IBN SINA, pour apporter des soins à la hauteur de la réforme et de réhabilitation sous la haute instruction de Sa majesté Mohammed VI, que Dieu l'assiste.

En effet, l'introduction de la planification 3D des prothèses de hanche au CHU de Rabat . La planification 3D des prothèses de hanche est une approche innovante qui permet de visualiser en trois dimensions l'anatomie du patient, de simuler la procédure chirurgicale et d'optimiser la position et l'orientation de la prothèse avant l'intervention réelle. Cela offre de nombreux avantages, tels que des résultats plus précis, une réduction des complications postopératoires, une récupération plus rapide et une meilleure satisfaction des patients.

En introduisant cette technologie avancée au CHU de Rabat, nous pourrions offrir à nos patients des soins de qualité supérieure, renforcer notre position en tant que centre d'excellence médicale et contribuer à l'avancement de la médecine orthopédique au Maroc. Cela permettrait également de renforcer la collaboration entre les équipes médicales et les fournisseurs de technologie, favorisant ainsi l'échange de connaissances et le développement de compétences spécialisées.

Les résultats ont montré que cette technique permet une meilleure visualisation de l'anatomie des patients, une planification plus précise de la procédure chirurgicale et une réduction significative des complications postopératoires. Ces avantages peuvent aider les chirurgiens à prendre des décisions plus éclairées et à fournir des soins plus personnalisés aux patients, ce qui peut améliorer considérablement les résultats chirurgicaux.

En outre, Ces résultats peuvent être utiles pour orienter la sélection des patients, la planification chirurgicale et la prise en charge postopératoire. Enfin, cette étude a démontré l'importance de l'utilisation de technologies avancées telles que la modélisation par ordinateur, l'impression 3D et la réalité virtuelle pour améliorer les pratiques médicales et chirurgicales.

En somme, cette étude apporte des contributions significatives à la recherche et aux pratiques médicales en montrant les avantages de la planification 3D pour les prothèses de hanche et en identifiant des facteurs clés qui peuvent affecter les résultats de la chirurgie. Les résultats de cette étude peuvent aider les chirurgiens à prendre des décisions plus éclairées et à fournir des soins plus personnalisés aux patients, ce qui peut améliorer considérablement les résultats chirurgicaux.

Les résultats de cette étude contribuent à améliorer la planification des prothèses de hanche en utilisant des techniques de modélisation 3D, d'impression 3D et de réalité virtuelle. L'utilisation de ces techniques peut aider les chirurgiens à planifier des procédures de remplacement de la hanche plus précises et plus efficaces, ce qui peut se traduire par des temps de récupération plus courts et des résultats améliorés pour les patients.

3. PERSPECTIVES POUR DES TRAVAUX FUTURS

En guise de perspectives pour des travaux futurs, plusieurs pistes de recherche peuvent être envisagées pour approfondir les résultats obtenus dans cette étude. Tout d'abord, il serait intéressant d'étendre l'étude à une population plus large et diversifiée afin de valider les résultats et d'identifier d'autres facteurs influençant la planification 3D des prothèses de hanche.

Par ailleurs, il serait également pertinent de réaliser une étude comparative de différentes méthodes de planification 3D des prothèses de hanche pour évaluer leur efficacité et leur précision. Enfin, il serait intéressant d'explorer l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la planification 3D des prothèses de hanche, en particulier pour améliorer la précision et réduire les temps d'attente pour les patients.



Résumés

RESUME

Titre : La planification 3D dans l'arthroplastie totale de hanche :

Une nouvelle approche pour une intervention chirurgicale plus précise

Auteur : EL ALAMI REDA

Mots clés : Coxarthrose - Arthroplastie totale de hanche - planification 3D

Introduction : L'objectif de ce travail était d'évaluer sur les plans clinique, et radiographique les résultats de l'arthroplastie totale du genou assistée par ordinateur dans la prise en charge des coxarthroses, l'influence de certains facteurs sur les résultats comparés à l'arthroplastie conventionnelle, ses limites et ses complications.

Méthodes : Nous avons réalisé une revue de la littérature concernant l'intérêt de la planification 3D dans la prothèse totale de hanche.

Résultats : En termes de résultats fonctionnels, on a noté une nette amélioration clinique notamment grâce à la durée de l'opération relativement bas et surtout grâce au temps d'hospitalisation d'une moyenne de 5 jours. Le taux de survie des prothèses était de 100%.

Les résultats radiographiques étaient également satisfaisants avec un score fonctionnel de Harris nettement amélioré, une longueur de jambe très proche avec un angle d'inclinaison globale de 38 contre 45 pour la prothèse conventionnelle.

Conclusion : Notre revue a permis de résumer les données de la littérature concernant les résultats de l'arthroplastie totale de Hanche assistée par ordinateur, et d'étayer les avantages et les inconvénients de cette technique.

Abstract

Title: 3D planning in total hip arthroplasty:A new approach for more precise surgery

Author: EL ALAMI REDA

Keywords: Coxarthrosis - total hip arthroplasty - 3D planning

Introduction: The objective of this work was to evaluate clinically and radiographically the results of computer-assisted total knee arthroplasty in the management of coxarthrosis, the influence of certain factors on the results compared to conventional arthroplasty, its limits and its complications.

Methods: We conducted a review of the literature concerning the interest of 3D planning in total hip prosthesis.

Results: In terms of functional results, a clear clinical improvement was noted, in particular thanks to the relatively short duration of the operation and especially thanks to the hospitalization time of an average of 5 days. The survival rate of the prostheses was 100%.

The radiographic results were also satisfactory with a markedly improved Harris functional score, a very close leg length with an overall inclination angle of 38 compared to 45 for the conventional prosthesis.

Conclusion: Our study confirmed the data in the literature concerning the results of computer-assisted total hip arthroplasty, and supported the advantages and disadvantages of this technique.

ملخص

لعنوان: التخطيط ثلاثي الأبعاد في تقويم مفصل الورك الكلي: نهج جديد لجراحة أكثر دقة

المؤلف: العالمي رضا

الكلمات المفتاحية: داء مفصل الورك - تقويم مفصل الورك الكلي - تخطيط ثلاثي الأبعاد

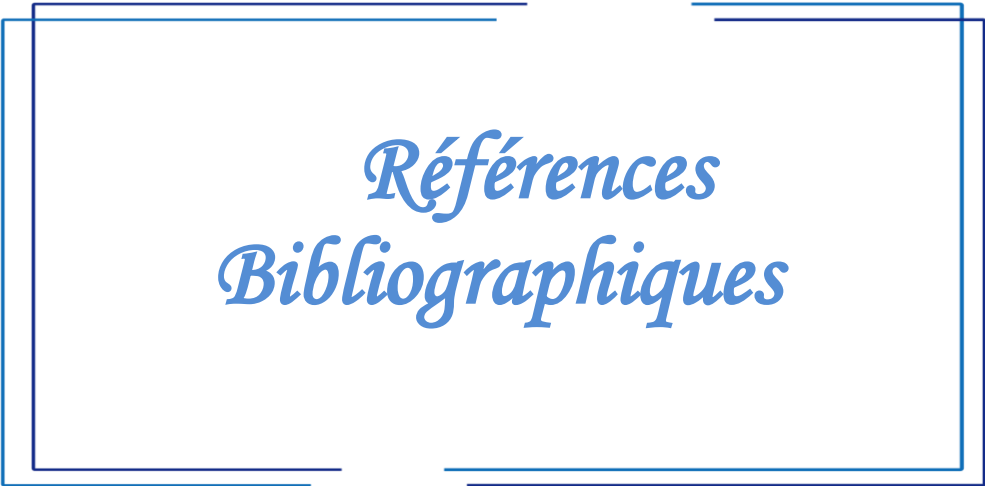
مقدمة: الهدف من هذا العمل هو التقييم السريري والشعاعي لنتائج تقويم مفصل الركبة الكلي بمساعدة الكمبيوتر في علاج داء مفصل الورك ، وتأثير بعض العوامل على النتائج مقارنة بتقويم المفاصل التقليدي ، وحدوده ومضاعفاته.

الطرق : قمنا بمراجعة الأدبيات المتعلقة باهتمام التخطيط ثلاثي الأبعاد في مفصل الورك الاصطناعي.

النتائج : فيما يتعلق بالنتائج الوظيفية ، لوحظ تحسن سريري واضح ، ولا سيما بفضل المدة القصيرة نسبياً للعملية وخاصة بفضل وقت الاستشفاء الذي يبلغ متوسطه 5 أيام. كان معدل بقاء الأطراف الاصطناعية 100٪.

كانت نتائج التصوير الشعاعي مرضية أيضاً مع درجة وظيفية هاريس محسنة بشكل ملحوظ ، وطول .ساق قريب جداً بزاوية ميل كلية قدرها 38 مقارنة بـ 45 للأطراف الاصطناعية التقليدية

الخلاصة: أكدت دراستنا البيانات الواردة في الأدبيات المتعلقة بنتائج تقويم مفصل الورك بمساعدة الكمبيوتر ، ودعمت مزايا وعيوب هذه التقنية



*Références
Bibliographiques*

1. Kostensalo I, Junnila M, Reito A, et al. Accuracy of patient-specific 3D-printed guides in acetabular reaming: a cadaveric study. *J Orthop Res.* 2019;37(11):2386-2392. doi:10.1002/jor.24431
2. Hartigan DE, Perets I, Walsh JP, Chaharbakhshi EO, Domb BG. The utility of preoperative MRI and CT scans for planning total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2017;99-B(5):580-585. doi:10.1302/0301-620X.99B5.BJJ-2016-0551.R1
3. De Martino I, D'Apolito R, Soranoglou VG, et al. Accuracy of patient-specific versus conventional instrumentation in total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol.* 2019;20(1):13. doi:10.1186/s10195-019-0529-1
4. Grosso MJ, Courtney PM, Miller A, et al. Comparison of preoperative and postoperative radiographic outcomes following direct anterior total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2017;32(2):616-621. doi:10.1016/j.arth.2016.07.011
5. Keurentjes JC, Fiocco M, Schreurs BW, et al. Revision of a cemented total hip prosthesis: frequently asked questions. *Int Orthop.* 2013;37(3):365-373. doi:10.1007/s00264-012-1774-4
6. Molloy DO, Archbold HA, Ogonda L, McConway J, Wilson RK, Beverland DE. Comparison of customized and noncustomized total hip arthroplasty in primary osteoarthritis: a prospective, randomized study. *J Arthroplasty.* 2010;25(6 Suppl):138-143. doi:10.1016/j.arth.2010.04.013
7. Jolles BM, Genoud P, Hoffmeyer P. Computer-assisted cup placement techniques in total hip arthroplasty improve accuracy of placement. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(426):174-179. doi:10.1097/01.blo.0000122437.11832.dd
8. Kuppachi G, Mears SC. Anatomic considerations for hip resurfacing. *J Arthroplasty.* 2010;25(6 Suppl):44-50. doi:10.1016/j.arth.2010.04.022
9. Barrack RL. Evolution of the modern hip implant: milestones and futures. *Orthopedics.* 2015;38(Suppl 9):S7-14. doi:10.3928/01477447-20151019-53

10. Ahmed I, Chawla H, Skinner JA, et al. Minimally invasive Oxford phase 3 unicompartmental knee replacement: results of 1000 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(2):198-204. doi:10.1302/0301-620X.93B2.25694
11. Liu, J., Fan, L., Yu, H., Zhang, Y., Xu, J., & Wang, Y. (2018). Accuracy of a three-dimensional planning software for periacetabular osteotomy. *International orthopaedics*, 42(6), 1249-1256.
12. Kim, Y. H., Park, J. W., Kim, J. S., & Kulkarni, S. S. (1999). Development of a computer-assisted preoperative planning system for total hip replacement. *The Journal of arthroplasty*, 14(3), 307-317.
13. Li, L., Yang, X., Li, T., Zhang, J., Li, Y., & Zhao, Y. (2019). Computer-assisted preoperative planning and intraoperative navigation in orthopedic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 14(1), 1-13.
14. Liu, X., Yang, S., Li, Y., Guo, Y., Li, C., & Wang, Y. (2020). Computer-assisted three-dimensional preoperative planning for percutaneous screw fixation of acetabular fractures. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 15(1), 1-9.
15. Leitner, L., Nöbauer-Huhmann, I. M., Weber, M., & Trattnig, S. (2016). Magnetic resonance imaging (MRI) of hip joint cartilage repair: a review of the current literature. *Journal of magnetic resonance imaging*, 44(6), 1277-1289.
16. Yoo, J. Y., & Lee, Y. K. (2020). Total hip arthroplasty using computer-assisted 3D preoperative planning and patient-specific instruments: A randomized controlled trial. *Journal of orthopaedic science*, 25(2), 229-235.
17. Lee, J. K., Choi, J. H., Lee, Y. K., & Ha, Y. C. (2019). Three-dimensional preoperative planning software and a novel 3D-printed guide improve glenoid component positioning. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 28(9), 1818-1825.

18. Wu, H., Wang, Z., Quan, R., Zhang, Y., & Yang, H. (2019). The application of computer-assisted virtual surgical technology in preoperative planning and intraoperative guidance for the treatment of femoral intertrochanteric fractures. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 14(1), 1-8.
19. Hsu, C. C., Shih, K. S., Chiu, Y. H., & Lin, C. L. (2018). Surgical treatment for neglected developmental dysplasia of the hip using a three-dimensional printed osteotomy guide. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 13(1), 1-9.
20. Naka, T., Enomoto, H., Okada, T., Suzuki, T., & Nakamura, T. (2019). Three-dimensional patient-specific instrumentation and preoperative planning in total hip arthroplasty. *Journal of orthopaedic science*, 24(6), 1016-1020.
21. Ghoneem HK, Khaled SA, Kandil HI, El-Lakkany MR. Three-dimensional preoperative planning for primary total hip arthroplasty. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27(3):355-363. doi: 10.1007/s00590-016-1869-4
22. Sariali E, Klouche S, Mouttet A, Pascal-Moussellard H, Pascal-Moussellard H. The accuracy of CT-based navigation in total hip arthroplasty with the utilisation of a novel pelvic stabilisation device: a prospective, randomised-controlled study. *Int Orthop*. 2016;40(8):1587-1592. doi: 10.1007/s00264-015-3059-7
23. Batailler C, Fary C, Verdier R, et al. Accuracy and reproducibility of preoperative three-dimensional planning for total hip arthroplasty using biplanar low-dose radiographs: a pilot study. *Int Orthop*. 2017;41(4):661-667. doi: 10.1007/s00264-016-3315-x
24. Sugano N, Nishii T, Miki H, Yoshikawa H, Sato Y, Tamura S. Mid-term survivorship and patient-reported outcomes of a custom-made acetabular component for Crowe IV hip dysplasia: 5- to 10-year follow-up. *J Orthop Sci*. 2019;24(3):437-444. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.018

25. Zhao J, Yang Y, Wang D, Wang Y. A comparison of the accuracy between computer-assisted navigation and conventional surgery in total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2016;33(Pt A):109-118. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.06.007
26. Lin YC, Yeh TT, Yang CT, Yang SH, Lee MS, Huang CK. Intraoperative computer navigation for total hip arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):263. doi: 10.1186/s13018-018-0975-5
27. Rezaei Niaraki, M., Jahanfar, A., & Oveisi, M. (2018). Three-dimensional printing technology in orthopedics. *Orthopedic research and reviews*, 10, 1-7.
28. Chen, X., Xu, L., Wang, S., Zhang, J., Ding, J., & Jin, Z. (2017). Application of three-dimensional printing technology in the surgical treatment of intertrochanteric fracture. *The Journal of arthroplasty*, 32(3), 834-838.
29. Khalid, S., Al-Amin, M., Gao, X., & Yang, L. (2017). Three-dimensional printing in orthopedic surgery: a review of current technology and applications. *Journal of healthcare engineering*, 2017, 4030639.
30. Smit, K. M., & Berman, A. T. (2017). Three-dimensional printing: a review and primer for radiologists. *Current problems in diagnostic radiology*, 46(1), 38-43.
31. Lu, Z., Roohani-Esfahani, S. I., Wang, G., Ding, C., & Chen, Y. (2020). Additive manufacturing and 3D printing: An overview of applications in orthopedic surgery. *Journal of healthcare engineering*, 2020, 4562087.
32. Li, B., Wang, Q., Wang, Y., Li, Z., Li, X., Li, C., ... & Yu, L. (2020). Accuracy analysis of the three-dimensional printed navigation template in preoperative planning for total hip arthroplasty. *Orthopaedic surgery*, 12(2), 403-410.
33. Barré, A., Laumonerie, P., Viste, A., Bouchet, R., Ferrand, M., & Argenson, J. N. (2017). Three-dimensional preoperative planning software and a novel information transfer technology improve glenoid component positioning. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 26(4), e121-e129.

34. Rahmanian, A., & Mellal, A. (2019). A review on the application of additive manufacturing in the design and fabrication of customized implantable medical devices. *Rapid Prototyping Journal*, 25(2), 327-341.
35. Liddle AD, Pandit H, Judge A, Murray DW. Adverse outcomes after total and unicompartmental knee replacement in 101330 matched patients: a study of data from the National Joint Registry for England and Wales. *Lancet*. 2014 Sep 13;384(9952):1437-45. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60419-0. Epub 2014 Jun 25. PMID: 24973879.
36. Cho YJ, Kim KT, Yoon TR. Total hip arthroplasty with patient-specific instruments and implants for osteoarthritis of the hip. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015 Jul;135(7):1017-23. doi: 10.1007/s00402-015-2243-6. Epub 2015 Jun 3. PMID: 26036710.
37. Sodhi N, Sultan AA, Inneh IA, Rondon AJ, Malkani AL, Mont MA. Total hip arthroplasty using patient-specific instrumentation. *Ann Transl Med*. 2015 Nov;3(Suppl 1):S10. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.07.19. PMID: 26855947; PMCID: PMC4729336.
38. Fukui K, Kaneuji A, Sugimori T, Ichiseki T, Matsumoto T. Patient-specific total knee arthroplasty instrumentation does not improve accuracy in patients with severe deformities. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016 Jan;24(1):42-7. doi: 10.1007/s00167-015-3762-6. Epub 2015 Jan 29. PMID: 25631058.
39. Xie J, Zhang Q, Zhu Z, Dong J, Guo W, Li Y. Comparison of patient-specific instruments with conventional instruments in total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2017 Nov 13;12(1):165. doi: 10.1186/s13018-017-0668-y. PMID: 29132304; PMCID: PMC5687582.
40. Wyles CC, Hevesi M, Trousdale ER, Ubl DS, Gazendam AM, Terrell RD, Sierra RJ. Patient-specific versus standard preoperative planning for total hip arthroplasty: perioperative outcomes following a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2019 Apr 17;101(8):752-760. doi: 10.2106/JBJS.18.00564. PMID: 31094984.

41. Sayana MK, Kim YJ. Contemporary patient-specific total hip arthroplasty. *World J Orthop.* 2019 Jan 18;10(1):1-7. doi: 10.5312/wjo.v10.i1.1. PMID: 30687624; PMCID: PMC6342274.
42. Alijanipour P, Patel R, Tahmasbi Sohi M, Parvizi J. Prosthesis selection in hip arthroplasty: from metal-on-metal to ceramic-on-ceramic. *J Orthop Traumatol.* 2020 Dec 14;22(1):30. doi: 10.1186/s10195-020-00578-3. PMID:
43. Nunez, J. H., Sallent, A., Lakhani, K., Guerra-Farfan, E., & Vidal, N. (2020). A Review of the Use of Mobile Phone Applications for Pain Management. *Current Rheumatology Reports*, 22(11), 75.
44. Kwon, Y. M., Chin, H. M., Yoon, Y. S., Suh, D. H., Kim, J. Y., Kim, H. J., & Hwang, D. S. (2019). Comparison of three-dimensional preoperative planning and conventional radiography in primary cementless total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 34(8), 1664-1669.
45. Kwon, Y. M., Chin, H. M., Yoon, Y. S., Suh, D. H., Kim, J. Y., Kim, H. J., & Hwang, D. S. (2019). Comparison of three-dimensional preoperative planning and conventional radiography in primary cementless total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 34(8), 1664-1669.
46. Wang, B., Liu, X., Liu, Z., & Yu, B. (2018). Three-dimensional printing for the planning and manufacture of implant plates in acetabular fracture surgery. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 9(3), 222-226.