

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2015/2016

N° 129

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

(DES Chirurgie Générale)

par

Vincent CRENN

Né le 30/10/1985 à Tours

Présentée et soutenue publiquement le 27/11/15

**Evaluation de l'efficacité de la réparation du système
abducteur de hanche des prothèses modulaires METS
STANMORE avec plaque trochantérienne en
hydroxyapatite dans les résections tumorales de
l'extrémité supérieure du fémur**

Président : Monsieur le Professeur GOUIN

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur BRIAND

Membres du Jury : Monsieur le Professeur ROSSET
Monsieur le Professeur DELECRIN
Monsieur le Docteur ROPARS
Monsieur le Docteur WAAST

SERMENT MEDICAL

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

Remerciements :**A Messieurs les membres du jury :**

A Monsieur le Professeur François GOUIN,

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse. Votre enseignement, votre technique chirurgicale et vos connaissances théoriques forcent l'admiration. Ce fût une chance de passer cet internat auprès de vous. Je vous témoigne mon plus profond respect.

A Monsieur le Docteur Sylvain BRIAND,

Je te remercie d'avoir dirigé mon travail de thèse. Ton recul et tes connaissances ont été très utiles. Passer six mois à tes côtés m'a permis d'appréhender les spécificités de la chirurgie tumorale, les bons moments et les défis chirurgicaux ont été nombreux. Je te témoigne toute ma gratitude.

A Monsieur le Professeur Joël DELECRIN,

Je vous témoigne toute ma gratitude pour votre présence dans mon jury de thèse. Les six mois à vos côtés m'ont permis de réaliser les plus beaux abords chirurgicaux de mon internat. La chirurgie du rachis me laisse un souvenir ému. Votre esprit cartésien et vos qualités pédagogiques resteront pour moi un exemple. Soyez assuré de mon plus profond respect.

A Monsieur le Professeur Philippe ROSSET,

Vous me faites l'honneur de participer à mon jury de thèse. Sans les patients de votre centre, cette étude n'aurait pas vu le jour. Je vous remercie pour vos enseignements et votre aide au cours de ce travail. Recevez toute ma gratitude et soyez assuré de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Mickaël ROPARS,

C'est avec un grand plaisir que je vous présente mon travail de thèse. Travail que vous aviez initié, et que j'ai l'honneur d'avoir poursuivi. Merci pour votre aide majeure dans la réalisation de ce projet. Je vous suis profondément reconnaissant.

A Monsieur le Docteur Denis WAAST,

Merci d'avoir accepté de juger ma thèse. L'année de compagnonnage à tes côtés a été la clé de voute de mon internat. Ta gentillesse et tes compétences en chirurgie prothétique et tumorale sont des exemples que je m'efforcerais de suivre. Trouve ici le témoignage de toute ma reconnaissance.

Aux Chirurgiens qui m'ont formé :

A Monsieur le Docteur Jérôme DUREUIL,

Merci de m'avoir appris tant en chirurgie de la hanche et de m'avoir si tôt permis d'opérer. A vos côtés je suis tombé dans la marmite de la chirurgie prothétique.

A Monsieur de Docteur Thierry DE CERVENS,

Merci pour vos enseignements en chirurgie viscérale. Votre humour et votre gestuelle resteront pour moi un exemple.

A Monsieur le Professeur Antoine HAMEL,

Votre rigueur chirurgicale et vos connaissances anatomiques imposent le respect.

A Monsieur le Docteur Guy PIETU,

Tes connaissances en traumatologie, ta technique et ton réalisme forcent l'admiration. Merci à toi.

A Monsieur le Docteur Nicolas FRAQUET,

Merci à toi en particulier ainsi qu'à toute l'équipe de La Roche-Sur-Yon, avec qui ce fût une réelle joie d'apprendre.

A Monsieur le Docteur Alexandre BOCENO,

Tu fus un formidable Chef, je n'oublierai pas ces bons moments partagés au bloc auprès de toi. Merci.

A Madame le Docteur Sophie TOUCHAIS,

Les six mois à vos côtés m'ont permis d'élargir mes horizons chirurgicaux. Vos connaissances en maladie infectieuse et en neuro-orthopédie sont précieuses. Merci à vous.

A Monsieur le Docteur Laurent BAVEREL,

Ton énergie, ta capacité de travail et tes connaissances en arthroscopie m'ont toujours impressionné. La chirurgie de l'épaule, désormais, j'y crois ! Et ça, c'est grâce à toi ! Je te témoigne toute mon amitié.

A Monsieur le Docteur Philippe HAUET,

Votre expérience et votre recul ont été plus qu'utiles à ma formation. Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur de me laisser opérer vos derniers patients.

Aux personnes sans qui ce travail n'aurait pas été possible :

Mes remerciements,

Au *Docteur FOUASSON-CHAILLOU* pour son aide à la rédaction du protocole dynamométrique,

Au *Docteur LE NAIL*, pour son aide sur le listing des patients tourangeaux,

A *Aurélie le THUAUT*, pour ses validations statistique et méthodologique de l'étude,

A *Thuy VERNA*, pour m'avoir permis avec tant de gentillesse de revoir les patients au CHU de Tours,

A *Nathalie PEYRRACHE*, pour son aide tout au long de l'étude.

Aux chirurgiens du service :

Mes sincères remerciements, pour leur formation et leur soutien tout au long de ces années :

Au *Professeur Norbert PASSUTI*,

Aux *Docteurs Marc CAPPELLI, Guillaume GADBLED, Pierre-Marie LONGIS, Ronan GUILLOU*,

Aux *Docteurs Giovany PADIOLLEAU, Fabrice COLIN et Nicolas BOUGUENNEC*.

A mes Co-internes :

Merci d'avoir partagé avec moi ces cinq années de formation. C'était trop court en fait...

Cécile et Mathieu,

Les vieux : *Kévin A et Kévin B, Jérémy, Thibault, Pierre-Marc, Mathieu, Edward*,

Puis la relève : *Mike et Karim, les Yoanns (Yoann et Yonis), Julien, Chapataste, les Maries, ainsi que Xavier, Cyrille, Farouk, Ismaël...*

Mais aussi :

Merci aux Kinés, Infirmier(e)s et AS du service, ainsi que des consultations, du Bloc bien sûr et des urgences évidemment : *Patrice, Caroline, Christophe, Sylvie(s), Séverine, Christian, Maryse, Aurélie, Sophie(s), Emilie, Katel, Cyrielle, Régine(s), Laure, Martine, Marion(s), Bertrand, Manu, Laetitia, Murielle, Cathie, Delphine, Patrick, Florent, Franck, JF...*

Merci également aux médecins anesthésistes : *Florence, Laurent, Chantal, Cécile, Aurore...*

A celle qui partage ma vie. A celle qui porte mon enfant. A *ma pianiste*. Je t'aime.

A notre enfant qui va naître. Ta gestation aura accompagné celle de ce travail. Nous avons hâte de te rencontrer *petit être*...

A ma mère, *Isabelle*, merci pour ton amour et ton soutien de tous les instants depuis toujours.

A mon père, *Roland*, merci de ton soutien toutes ces années, merci de ce goût du travail acharné que tu m'as inculqué parfois dans la douleur.

Au *Docteur Roland CRENN*, médecin anesthésiste, j'espère que tu me pardonneras un jour d'avoir choisi la chirurgie, et qui plus est l'Orthopédie...

A mes deux petites sœurs, *Capucine et Camille*,

Je suis si fier de vous deux...

Vous êtes devenues deux belles jeunes femmes.

Les années ont passé si vite...

Je vous souhaite tout le bonheur possible.

Je vous aime très fort.

A mes grands-parents maternels, *Michelle et Jean Claude*, merci de votre amour et de votre soutien dans les moments difficiles, merci de tous ces beaux moments à vos côtés.

A mes grands-parents paternels : *Monique et Daniel*, merci de votre amour et de votre soutien sans faille, merci pour le goût du voyage et de la mer.

Au *Docteur Daniel CRENN*, merci de nous avoir transmis cet amour de la médecine à *Roland* et moi.

A mes amis : *Mathieu, Christophe, Manu, mais aussi Jean-Philippe, Antoine(s), Clément, Benoit, Maxime*, et tout le reste de la bande...

Notre amitié ne s'est jamais démentie, plus de vingt ans pour certains... J'espère que nous continuerons à partager ces moments si spéciaux ensembles. Ce que nous avons construit est une chance.

Merci à vous.

Introduction :

La reconstruction de l'extrémité supérieure du fémur (ESF) dans les suites d'une résection tumorale pose le défi de la restauration d'un appareil abducteur fonctionnel, permettant le maintien de la station debout et la marche, garants d'une qualité de vie satisfaisante.

Dans les suites d'une résection de l'ESF avec préservation du moyen fessier, deux méthodes de reconstruction sont décrites : la mise en place d'une prothèse de révision manchonnée dans une allogreffe (Prothèse allogreffe composite (PAC)), ou l'utilisation d'une méga-prothèse qui est le plus souvent une prothèse modulaire (PM). Chaque technique ayant ses avantages et ses inconvénients, il n'y a pas à ce jour de consensus dans la littérature sur la solution idéale pour restaurer le système abducteur.

Les PAC semblent être en mesure d'assurer la réparation du système abducteur de façon efficace, avec un taux de boiterie moindre par rapport aux PM retrouvé par Donati et al (1,2), un MMT (Manual Muscle Test) moyen de 2,8/5 pour les PM contre 4,6/5 pour les PAC dans la série de Farid et al. (3). Mais ce type de chirurgie pose le problème de la disponibilité du greffon, ainsi que des complications spécifiques avec un taux de reprise chirurgicale allant jusqu'à 38% à 10 ans (6). Les plus fréquentes relevées dans la littérature sont : la résorption de l'allogreffe, de 7 à 55% selon les études (4-6) ; les fractures variant de 12,5 à 27% (7,8) avec un risque de fracture du grand trochanter évalué à 63% par Biau et al. (4); le taux de sepsis variant de 0 à 19% (4,5,7,8) et le risque de non-union allant de 12 à 19% (4,6,8).

Les avancées de la bio-ingénierie ont permis aux PM d'atteindre un taux de survie satisfaisant. Chandrasekar et al. retrouvaient une survie de 91% à 5 ans (9), de 86% à 10 ans pour Farid et al. (3) et de 71% à 15 ans pour Kabukcuoglu et al. (10). Ces dispositifs modulaires sont simples, et peuvent être associés à différents moyens de fixation de l'appareil abducteur : suture au fascia lata (11,12), cerclage, crochets (13), ligament artificiel (14)... Certains auteurs reprochent aux PM une moins bonne restitution de la fonction, avec un risque de luxation plus élevé variant de 1,7 à 35% selon les séries (5,7,15,16), et un risque de descellement allant jusqu'à 18% à 10 ans dans la série d'Uwin et al. (17).

Ces moyens de réinsertion n'ont que rarement été étudiés spécifiquement (11), nous proposons donc d'évaluer le moyen de réparation propre à la PM METS (Stanmore Implants, Elstree, England), qui allie une restitution anatomique de l'appareil abducteur fixé à la prothèse, à un moyen de stabilisation innovant par plaque vissée recouvert d'HAP (Hydroxyapatite).

Notre étude a porté sur une série consécutive de patients opérés d'une tumeur de l'ESF avec reconstruction par PM METS et dont l'appareil abducteur est réparé par une plaque revêtue d'HAP fixée par deux vis.

Notre objectif principal était d'étudier la capacité du trochanter revêtu d'HAP de la PM METS à restituer un appareil abducteur fonctionnel. Nos objectifs secondaires étaient d'analyser le résultat fonctionnel de ces patients, d'évaluer les complications inhérentes à ce type de matériel ainsi que la tenue radiographique de celui-ci.

Matériel et Méthode :

Il s'agissait d'une étude post-inscription bi-centrique (Nantes et Tours) rétrospective réalisée à la demande de la Haute Autorité de Santé (HAS) afin d'évaluer le service médical rendu par la PM METS HAP. En conséquence, la rédaction de notre protocole expérimental a été encadrée par la HAS en concertation avec le Comité Economique des Produits de Santé (CEPS). Une méthodologiste biostatisticienne a participé à sa rédaction ainsi qu'à l'analyse des données. L'élaboration du protocole de mesure dynamométrique a été réalisée conjointement avec un médecin rééducateur. Notre étude a reçu l'aval du Groupe Nantais d'Ethique dans le Domaine de la Santé (GNEDS).

Figure 1a : PM METS avec Plaque de fixation trochantérienne en HAP :



Figure 1b : Contrôle radiographique à 43 mois d'une PM METS HAP :



Tous les patients opérés entre janvier 2006 et janvier 2015 d'une résection en bloc de l'ESF avec mise en place d'une PM METS HAP avec plaque de fixation trochantérienne dans le cadre d'une tumeur ont été inclus dans l'étude.

Ces patients devaient posséder un appareil abducteur ré-insérable sur la prothèse, c'est-à-dire un muscle moyen fessier fonctionnel dont l'innervation était préservée. Les tumeurs concernées étaient les tumeurs osseuses primitives de l'ESF, les métastases osseuses de l'ESF

avec prise en charge excisionnelle dans le cadre d'un traitement curatif, ainsi que les tumeurs des parties molles contiguës nécessitant une excision de l'ESF.

Nos critères de non-inclusion étaient un recul inférieur à 6 mois, ainsi que l'âge inférieur à 18 ans. Ce recul minimal de 6 mois fixé comme critère d'inclusion est étayé par des données bibliographiques récentes. Dans le cadre des prothèses totale de hanche (PTH) de première intention, l'étude de Judd et al. objective que la phase de stabilisation de la récupération musculaire se situe 6 mois (18). La présence d'un sepsis actif ou une complication mécanique aigüe étaient des critères d'exclusion pour l'analyse dynamométrique.

La collecte des dossiers a été réalisée à l'aide d'une recherche par mots-clés CCAM (Classification Commune des Actes Médicaux) pour les actes ainsi que CIM-10 (Classification Internationale des Maladies) pour les diagnostics sur les logiciels médicaux des CHU (Centre Hospitalier Universitaire) de Nantes et Tours, ainsi que les registres de traçabilité de nos services de pharmacie concernant l'implant étudié. Nous avons croisé nos données au registre de pose d'implants de la société Stanmore.

Pour le diagnostic tumoral, nous avons utilisé les comptes rendus d'anatomo-pathologie, ainsi que les comptes rendus de concertation pluridisciplinaire où était décidé le caractère excisionnel ou non de la chirurgie dans le cas des métastases avec objectif curatif.

Lorsque cela a été possible, les patients inclus ont été revus en consultation afin de réaliser les différentes mesures cliniques et dynamométriques par un investigateur qui n'était pas le chirurgien du patient. Pour les patients perdus de vue, décédés ou déposés, les données cliniques et radiographiques ont été recueillies sur dossier au dernier recul possible. Les analyses radiographiques étaient réalisées par un investigateur qui n'était pas le chirurgien du patient.

Notre critère d'évaluation principal était une mesure isométrique de la force en abduction de la hanche opérée par Test Dynamométrique Musculaire (DMT ou Dynamometer Muscle Testing) exprimée en Newtons (N).

Le dispositif de mesure était placé 10 centimètres au-dessus de la rotule et trois mesures en intensité maximale espacées de 20 secondes étaient réalisées, la moyenne de ces trois mesures donnant la mesure finale. La même mesure était ensuite réalisée en controlatéral sur la hanche saine. Un pourcentage de conservation de force (ou ratio) a été calculé en divisant la mesure obtenue du côté opéré par la mesure obtenue du côté sain.

Ces mesures étaient réalisées en fin de consultation en décubitus latéral, cette position permettant par le biais de la hanche opposée une stabilité du bassin optimale et une mesure précise (19).

Des mesures dynamométriques isométriques complémentaires ont été réalisées sur la flexion de hanche, flexion de genou et adduction de hanche du côté opéré et du côté sain, selon les mêmes principes que pour notre critère de jugement principal.

Toutes les mesures dynamométriques ont été réalisées contre un point fixe pour limiter la variabilité inter-observateur et intra-observateur des résultats chez les patients puissants chez qui la mesure manuelle est difficile (20).

Nos critères d'évaluation secondaires comprenaient les scores fonctionnels dédiés à la chirurgie tumorale : le Musculoskeletal Tumor Society Score (MSTS) décrit par Enneking et al. (21) et le Toronto Extremity Salvage Score (TESS). Ils ne sont pas encore validés en langue française, et ont été réalisés à partir de traductions en attente d'une validation transculturelle. Le score de Postel-Merle-D'Aubigné (PMA) était également étudié. Le score MMT (Manual Muscle Test), la stabilité de l'appui monopodal (AMP) (22), la sévérité de la boiterie et l'utilisation de canne étaient recueillies (5,23).

Les complications post-opératoires ont été colligées, notamment le sepsis qui était défini comme précoce à moins d'un mois de la chirurgie.

L'analyse radiographique évaluait la migration du médaillon trochantérien, ainsi que la stabilité de la plaque et des vis.

Nous avons également réalisé une analyse de la corrélation entre le ratio de conservation de force en abduction mesuré par DMT et les scores fonctionnels et données cliniques.

Les mesures dynamométriques ont été comparées entre le côté opéré et le côté sain par un test des rangs signés de Wilcoxon.

Les analyses en sous-groupes ont été réalisées selon le type de réinsertion et le type d'offset fémoral. Ces mesures dynamométriques ont été comparées entre les différents sous-groupes par un test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

La stabilité du médaillon osseux et la tenue du matériel ont été évaluées par un test exact de Fisher.

Les facteurs indépendamment associés à une meilleure récupération de la force en abduction ont été recherchés à l'aide d'une régression linéaire univariée sélectionnant l'ensemble des variables associées à un $p < 0,20$, puis par une analyse multivariée.

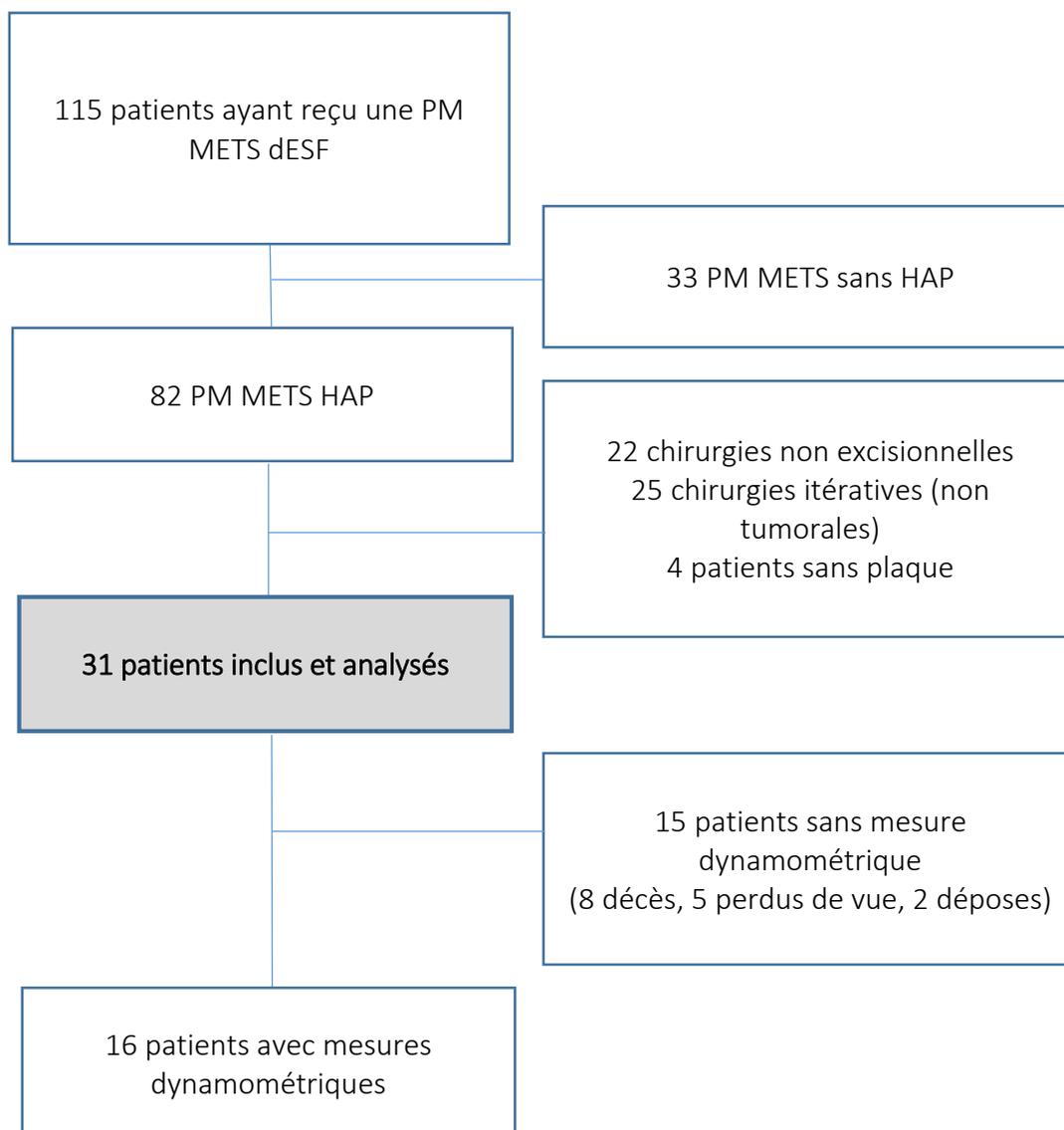
Un test de corrélation de Spearman a été réalisé pour évaluer le lien entre les scores (MSTS, TESS, PMA, AMP, boiterie, canne, MMT) et la force en abduction.

Notre seuil de significativité pour ces différents tests était $p = 0.05$. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics V19.

Résultats :

La mise en place d'une prothèse massive METS avec médaillon trochantérien revêtu d'HAP a concerné 82 patients entre 2006 et 2015. Trente et un d'entre eux ont été inclus dans notre étude.

Figure 2 : Diagramme d'inclusion des patients dans notre étude :



Les caractéristiques des patients à l'inclusion sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Description des caractéristiques de la population :

	Ensemble de la population (n=31)	Patients DMT+ (n=16)	Patients DMT- (n=15)	p
Données générales				
Age	45±21,6	39,5±20,7	54,6±19,7	0,05
Age (Médian)	48	27	64	
Age (Min-Max)	18-80	18-75	21-80	
Sex Ratio (Homme/Femme)	1,07	0,78	1,5	0,5
Recul moyen (mois)	26,4±22,9	34±27,5	18,2±13,1	0,13
Types tumoraux				
Ostéosarcome	4(13%)	3(19%)	1(7%)	0,6
Chondrosarcome	8(26%)	4(25%)	4(27%)	1
Ewing	6(19%)	4(25%)	2(13%)	0,7
Sarcome	6(19%)	2(13%)	4(27%)	0,4
Métastase	5(16%)	2(13%)	3(20%)	0,7
Autres	2(6%)	1(6%)*	1(7%)†	1
Données chirurgicales				
Résection (mm)	199±92,8	205±95,3	192±93	0,9
Fémur total	4(12%)	2(13%)	2(13%)	1
Offset Standard	19(61%)	8(50%)	11(73%)	0,3
Double mobilité	23(75%)	10(62%)	13(87%)	0,2
Bipolaire	6(19%)	4(25%)	2(13%)	0,7
Métal-Polyéthylène	2(6%)	2(13%)	0(0%)	0,5
Reconstruction acétabulaire	4(13%)	1(6%)	3(20%)	0,3
Anneau de Burch	2(6%)	1(6%)	1(7%)	1
Cotyle Cornet	2(6%)	0(0%)	2(13%)	0,2
Type de réinsertion				
Médaille osseux	27(84%)	13(81%)	14(93%)	0,6
Digastrique	21(68%)	10(63%)	11(73%)	0,7
Épaisseur du médaillon (mm)	11,5±4,8	11,1±5,8	11,7±3,8	0,5
M+ D+	19(61%)	8(50%)	11(73%)	0,3
M+ D-	8(26%)	5(31%)	3(20%)	0,7
M- D+	2(6%)	2(13%)	0(0%)	0,5
M- D-	2(6%)	1(6%)	1(7%)	1
Suites Post-opératoires				
Corset 45 jours	22(71%)	13(81%)	8(53%)	0,14
Pas simulé 45 jours	9(29%)	3(19%)	7(47%)	0,14

DMT : Dynamometer Muscle Testing, M : médaillon osseux, D : Digastrique, * : tumeur bénigne dans le cadre d'une maladie des exostoses multiples, † : tumeur plasmocytaire.

Il n'y avait pas de différence significative entre les patients avec DMT et ceux sans DMT excepté sur l'âge (p=0,05).

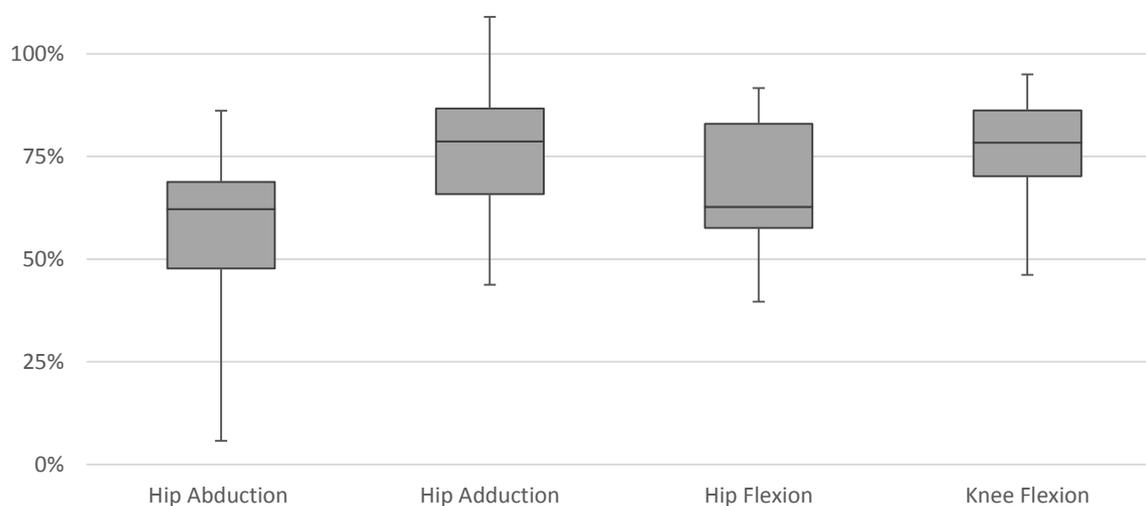
Tableau 2 : Conservation de force (opéré/sain) et valeurs de force moyenne en fonction des différents secteurs de mobilité étudiés :

	Ratio de Force (%)	Force (N) opéré	Force (N) sain	p
Mesures dynamométriques :				
<i>Abduction de hanche</i>	55,2±23,3%	116,6±58,6	223,4±102,6	<0,001
<i>Adduction de hanche</i>	76,6±16,2%	170,4±66,6	226,2±91	<0,001
<i>Flexion de hanche</i>	68,2±16,5%	143,6±68,8	208±79,4	<0,001
<i>Flexion de genou</i>	76,2±14,2%	205,4±88,8	270,2±110	<0,001

N : Newtons.

La force moyenne en abduction était plus faible du côté opéré par rapport au côté sain. On obtenait un ratio de 55,2% de conservation de force. Les forces étaient également plus faibles dans les autres secteurs de mobilités étudiées, mais avec des ratios plus élevés.

Figure 3 : Box-plots des ratios de conservation de Force mesurés en fonction du secteur de mobilité :



La variance des mesures était plus élevée pour la conservation de force en abduction que dans les autres secteurs de mobilité

Tableau 3 : Analyses en sous-groupe de la conservation de force en abduction, adduction, flexion de hanche et flexion de genou en fonction des différents types de réinsertion et de l'Offset fémoral :

	Type de Réinsertion						Offset					
	D+ (n=10)	D- (n=6)	p	M+ (n=13)	M- (n=3)	p	D+ et M+ (n=8)	Autres (n=8)	p	Standard (=8)	Small (n=8)	P
Abduction de hanche												
Ratio (%)	66,6±13%	36±24,7%	0,01	60±20,9%	34±24,3%	0,06	71±9,7%	48±2,5%	<0,001	64,9±20%	45,4±23,2%	0,05
Opéré (N)	140,4±46,8	76,4±57,2	0,04	127±57	71,8±50,2	0,3	152,6±40,8	93,2±59,6	0,02	140,8±52,2	92,4±57,4	0,06
Sain (N)	212,6±67,8	241,4±75,4	0,9	205,6±69,8	150±98,6	0,6	216,8±63,6	196±110,8	0,7	219,2±71	227,6±132,2	0,6
Adduction de hanche												
Ratio (%)	77,9±14,9%	74,5±19,3%	0,3	80,9±13,9%	58±12,3%	0,04	84±6,9%	53,5±13,4%	0,02	82,1±9,9%	71,1±19,8%	0,14
Opéré (N)	170,2±50,4	169,2±93,2	0,7	169,6±71	173,6±53,6	0,8	178,2±54,4	143,2±8,4%	0,6	185±63,2	155,8±70,6	0,4
Sain (N)	223,8±62,4	230,4±123,4	0,7	209,2±89,8	300,6±60	0,08	211,2±60,6	274,4±55,4	0,8	228,6±91	224±97,2	0,7
Flexion de hanche												
Ratio (%)	66±14,3%	71,8±20,5%	0,8	69,7±15%	61,7±24,3%	0,3	70,4±11,5%	48,5±12,2%	0,3	71,8±16,9%	64,5±16,3%	0,3
Opéré (N)	134,6±53,2	158,8±93,4	0,7	141,8±71,8	151,6±66,8	0,9	138,4±56,2	119,6±52,6	1	157,4±78,8	130,2±59,2	0,5
Sain (N)	209,4±84	207,4±79,2	0,9	200±85,8	242,4±33,4	0,3	200,2±91,4	241,2±47	0,6	215,6±90,8	200,4±72	1
Flexion de genou												
Ratio (%)	77,8±14,1%	73,6±14,7%	0,7	73,7±14%	87,3±7,5%	0,11	74,5±13,7%	91±5,6%	0,4	72,9±15,1%	79,8±12,9%	0,2
Opéré (N)	209±99,6	199,6±74,8	0,8	202,6±98,4	217,6±27,2	0,3	209±112,2	208,6±31,8	0,9	198,6±97,2	212,2±85,6	0,7
Sain (N)	266,8±122,4	275,4±96,2	0,6	274,2±120,8	250,2±50,6	0,9	275,6±140	231,4±50	0,8	268,6±113,6	271,4±114	1

D : Digastrique, M : Médailon osseux, N : Newtons.

Figure 4a : Box-plots de la conservation de force en abduction en fonction du type de réinsertion :

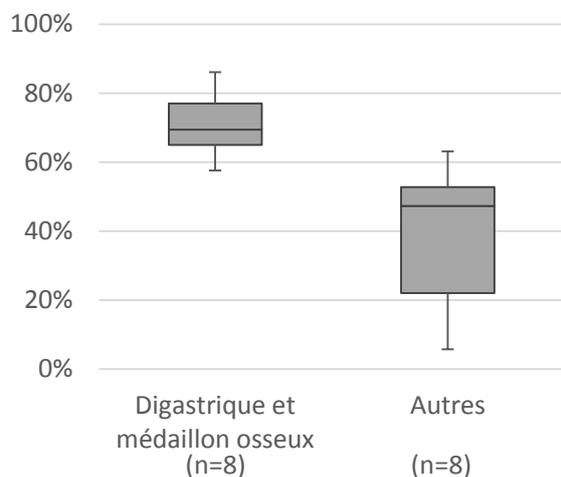
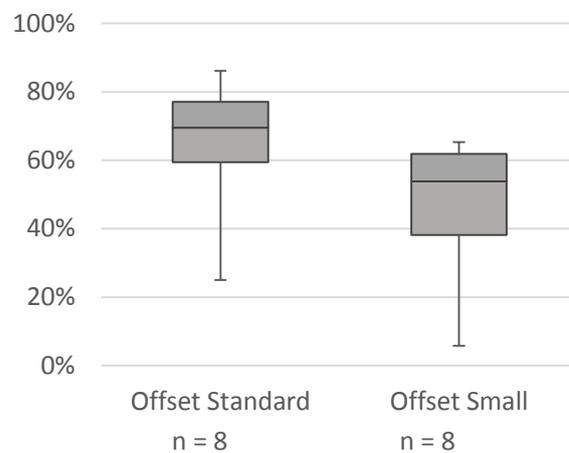


Figure 4b : Box-plots de la conservation de force en abduction en fonction du type d'Offset :



Les patients ayant bénéficié d'une réinsertion en digastrique conservaient une force en abduction supérieure à ceux n'en ayant pas bénéficié.

Les patients ayant bénéficié d'une réinsertion par médaillon osseux avaient une conservation de force plus importante que ceux sans médaillon osseux mais cette différence n'était pas significative ($p=0,06$).

Les patients ayant eu une réinsertion en digastrique par médaillon osseux présentaient une conservation de force de 71% en abduction plus importante que les autres patients de notre série.

Les patients porteurs d'un Offset Standard conservaient une force en abduction supérieure à ceux porteurs d'un Offset Small.

Les 5 patients ayant bénéficié d'une réinsertion en digastrique avec médaillon osseux et Offset Standard conservaient une force en abduction de hanche de $76,7 \pm 7,8\%$.

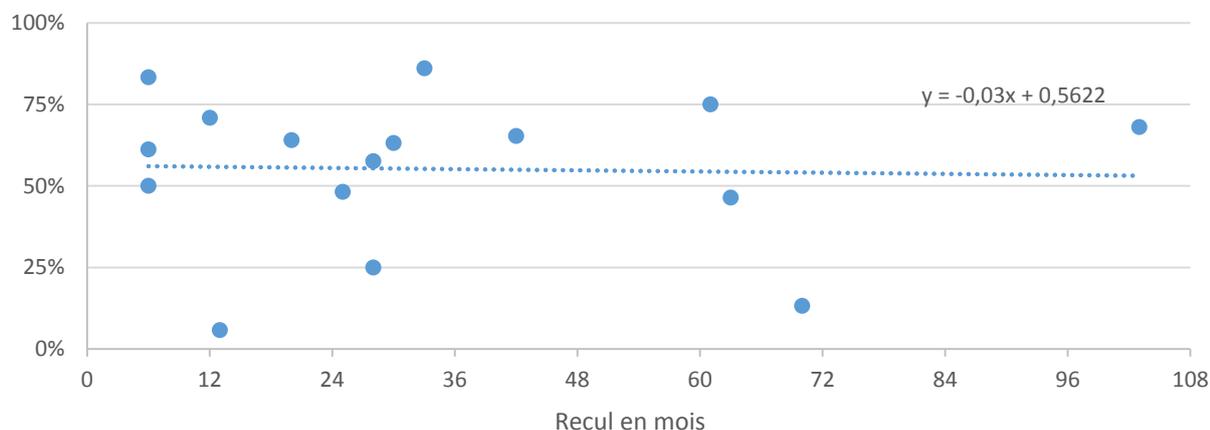
Tableau 4 : Régression linéaire univariée et modèle d'analyse multivarié en fonction de la conservation de force en abduction :

	Analyse univariée		Analyse multivariée	
	Coefficient [IC95%]	p	Coefficient [IC95%]	p
Age*	0,17[-0,45 ; 0,81]	0,6		
Sexe (homme)	-14,4[-39,1 ; 10,1]	0,2		
Métastase	-10[-42 ; 22]	0,5		
Recul*	-0,03[-0,5 ; 0,4]	0,9		
Longueur résection*	0,07[-0,05 ; 0,2]	0,2		
Digastrique	30,6[10,6 ; 50,6]	0,005	30,6[13,4 ; 47,7]	0,001
Médaille osseux	26[-3,4 ; 55,4]	0,08		
Offset	19,5[-3,7 ; 42,7]	0,09	19,5[2,9 ; 36,1]	0,02

* : variables quantitatives.

L'âge, le sexe, le caractère métastatique de la tumeur ainsi que la longueur de la résection fémorale n'avaient pas de lien significatif avec la conservation de force en abduction. La réinsertion en digastrique était la seule variable ayant un lien significatif avec la conservation de force en abduction sur notre analyse univariée. Le modèle d'analyse multivarié identifiait l'Offset Standard et la réinsertion en digastrique comme les variables influençant positivement la conservation de force en abduction.

Figure 5 : Conservation de Force en abduction en fonction du recul à la chirurgie :



Il n'y avait pas de lien significatif entre le recul à la chirurgie et la conservation de force en abduction. Nous ne notons pas de différence significative dans nos sous-groupes en termes de recul. Les patients sans médaillon présentaient un recul de $26,5 \pm 25,4$ mois, ceux avec médaillon de $26,4 \pm 23$ mois ($p=0,9$). Les patients avec réinsertion en digastrique avaient un recul de $24,4 \pm 18,7$ mois, qui n'était pas significativement différent des patients sans digastrique : $30,5 \pm 24,8$ mois ($p=0,17$).

Tableau 5 : Tenue radiographique du médaillon osseux et du matériel :

	Médaillon (n=27)		p	Matériel (n=31)		p
	Stable (n=19)	Migré (n=8)		Stable (n=26)	Mobilisé (n=5)	
Digastrique :						
<i>Oui</i>	16(84%)	2(25%)	0,006	19(74%)	2(40%)	0,3
<i>Non</i>	3(16%)	6(75%)		7(26%)	3(60%)	
Offset :						
<i>Standard</i>	12(63%)	6(75%)	0,7	16(62%)	3(60%)	1
<i>Small</i>	7(37%)	2(25%)		10(38%)	2(40%)	
Abduction de hanche :	(n=9)	(n=4)		(n=12)	(n=4)	
<i>Ratio (%)</i>	70,1±9	37,3±22,5	0,01	58±25,1	46,5±15,8	0,2

Les patients ayant eu une réinsertion en digastrique avaient une meilleure tenue de leur médaillon osseux que les patients sans réinsertion en digastrique. Ces patients conservaient une force en abduction supérieure aux patients dont le médaillon osseux avait migré. La tenue radiologique du médaillon avait un lien significatif avec la stabilité du matériel (p=0,02).

Deux des patients avec migration de leur médaillon ont présenté une lyse de ce dernier.

Tableau 6 : Description des résultats des critères de jugement secondaires :

	Ensemble de la population (n=31)	Patients DMT+ (n=16)	Patients DMT- (n=15)	p
Données cliniques				
Canne	6(19%)	3(19%)	3(20%)	1
Boiterie	17(55%)	9(56%)	8(53%)	1
Minime	7(22%)	4(25%)	3(20%)	
Modéré	6(19%)	2(13%)	4(27%)	
Sévère	4(13%)	3(19%)	1(7%)	
AMP stable	21(68%)	11(69%)	10(67%)	1
AMP instable	8(26%)	4(25%)	4(27%)	
AMP impossible	2(6%)	1(6%)	1(7%)	
MMT (/5)	3,8±0,7	4±0,6	3,6±0,8	0,12
Scores fonctionnels				
PMA	15,3 ±1,6	15,7±1,8	14,8±1,2	0,07
TESS	89 ±9.4%	89 ±9.4%	NA	
MSTS	75 ±5.4%	75 ±5.4%	NA	
Données radiologiques				
Migration médaillon	8(30%) (n=27)	4(31%) (n=13)	4(29%) (n=14)	1
Mobilisation du matériel	5(16%)	4(25%)	1(7%)	0,3
Complications				
Globales	7(22%)	2(13%)	5(33%)	0,2
Sepsis	4(13%)	1(6%)	3(20%)	0,3
Précoce	2(6%)	1(6%)	1(7%)	1
Tardif	2(6%)	0(0%)	2(13%)	0,2
Luxation	1(3%)	0(0%)	1(7%)	0,5
Fracture	1(3%)	1(6%)	0(0%)	1
Dépose de la plaque	1(3%)	0(0%)	1(7%)	0,5
Descellement	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1

DMT : Dynamometer Muscle Testing, AMP : Appui Monopodal, MMT : Manual Muscle Test, PMA : Postel-Merle d'Aubigné, TESS : Toronto Extremity Salvage Score, MSTS : Musculoskeletal Tumor Society.

Il n'y avait pas de différence significative sur nos critères de jugement secondaires entre les patients avec DMT et ceux sans DMT.

Notre taux de complication était de 22%. Parmi les quatre sepsis post-opératoires diagnostiqués, deux sepsis précoces ont été traités avec succès par lavage et antibiothérapie. Deux sepsis tardifs, survenus à plus de 6 mois de la chirurgie, ont été laissés en transposition de hanche avec une guérison du sepsis. Dans ces deux derniers cas, la guérison a été obtenue après ablation du matériel cotyloïdien pour l'un, et ablation bipolaire du matériel pour l'autre. L'épisode de luxation est survenu précocement à moins de 3 mois de la chirurgie. Il a été réduit à foyer fermé, une immobilisation par corset d'abduction a été réalisée pour une durée de 45 jours dans les suites sans récurrence.

L'épisode de fracture péri-prothétique est survenu à 18 mois de la chirurgie dans les suites d'une chute de sa hauteur chez une patiente de 66 ans. Celle-ci avait eu une résection initiale du fémur proximal de 270 mm et l'ostéosynthèse dans ces conditions s'avérait incertaine,

nous avons donc converti sa prothèse d'ESF en Prothèse de fémur total. Après avoir retiré la portion distale du fémur, la bague en HAP ainsi que la quille de la prothèse, nous avons conservé toute la portion proximale de la PM METS HAP au-dessus de la bague et avons mis en place le fémur total grâce un adaptateur modulaire. Cette patiente avait initialement bénéficié d'une réinsertion en digastrique avec médaillon osseux. Elle conservait une force en abduction de 86% au recul de 33 mois avec un médaillon stable.

Figure 6a : Radiographie d'une fracture péri-prothétique survenue à 18 mois de la mise en place de la PM METS HAP :



Figure 6b : Radiographie de contrôle après passage à un fémur total. Recul de 33 mois :



Tableau 7 : Corrélation entre la conservation de force et les scores fonctionnels et données cliniques :

	MSTS	TESS	PMA	Boiterie	AMP	Canne
Conservation de force en abduction	r = 0,22 (p=0,4)	r = 0,23 (p=0,4)	r = 0,03 (p=0,9)	r = - 0,42 (p=0,1)	r = 0,16 (p=0,6)	r = - 0,32 (p=0,2)

MSTS : Musculoskeletal Tumor Society, TESS : Toronto Extremity Salvage Score, PMA : Postel-Merle d'Aubigné, AMP : Appui Monopodal.

Tableau 8 : Corrélation entre la conservation de force et le score MMT :

	MMT	MMT \leq 3+/5	MMT >3+/5
Conservation de force en abduction	r = 0,61 (p=0,01)	r = 0,95 (p=0,05)	r = 0,15 (p=0,6)

MMT : Manual Muscle Test.

Une corrélation négative modérée existait entre la sévérité de la boiterie et la conservation de force en abduction. Nous retrouvons une corrélation positive forte entre le MMT et la conservation de force en abduction. Cette corrélation était très forte pour un MMT \leq 3+/5, elle disparaissait pour un score MMT>3+/5.

Discussion :

Après résection de l'ESF et reconstruction par Prothèse METS HAP, nous avons constaté une restauration moyenne de 55,2% de la force en abduction. La force moyenne en abduction du côté opéré était très significativement inférieure à celle du côté sain (58,3N contre 111,7N). Nous constatons également une force significativement moins importante dans les autres secteurs de mobilité étudiés.

Le moyen de réinsertion préférentiel de l'appareil abducteur sur la prothèse nous semble être un médaillon trochantérien osseux en digastrique avec une continuité moyen fessier - grand trochanter - vaste latéral comme décrite par Lindgren et Svenson (24). On constatait en effet dans ce type de réinsertion une conservation de force de 71%.

Cette valeur est inférieure à celle retrouvée par Giurea et al. qui constataient une conservation de 92% de force en abduction dans son groupe de patients avec fixation par médaillon osseux à la prothèse (11). Ces résultats remarquables sont à pondérer aux vues du faible effectif de son étude et d'un probable biais de sélection de sa population.

Rasch et al. dans une étude prospective objectivaient une récupération incomplète à 85% de l'abduction de hanche à 2 ans d'une chirurgie de PTH (25), sans certitude sur la capacité de la hanche à récupérer à plus long terme. L'altération de l'appareil abducteur dans la coxarthrose est différente, en effet le moyen fessier présente souvent une atrophie graisseuse, alors que dans la chirurgie tumorale l'appareil abducteur souffre fréquemment de résections et/ou de dénervation. Malgré cette différence, l'objectif de 100% de restitution de force en abduction ne semble pas être plus atteignable dans la chirurgie tumorale que dans la chirurgie prothétique standard de première intention. Il nous semble sans doute plus réaliste d'avoir pour objectif une restitution de force en abduction comparable aux autres secteurs de mobilité. Ils récupèrent tous environ trois quarts de leur force dans notre série, ce qui illustre bien l'importance de la résection des parties molles inhérente à la chirurgie tumorale.

A ce titre, la valeur de 71% de restitution de force en abduction lors d'une réinsertion en digastrique avec médaillon osseux nous semble satisfaisante, car comparable aux autres secteurs de mobilité étudiés dans notre étude (68% pour la flexion de hanche, 76% pour la flexion de genou et 77% pour l'adduction de hanche).

Du fait de l'extension tumorale et de la nécessité d'obtenir des marges saines, il était parfois impossible de réaliser ce digastrique ou de conserver un véritable médaillon osseux. Dans ce dernier cas, l'insertion tendineuse du moyen fessier était réinsérée le plus souvent par un lambeau périosté. Ces types de réinsertion ne semblent pas tirer profit de la PM METS HAP.

Les patients ayant eu une réinsertion sans médaillon osseux, conservaient une force faible de 34% en abduction. Il en était de même pour les patients ayant eu une réinsertion sans digastrique, qui conservaient une force de 36% également faible.

Ces valeurs sont inférieures à celle de 57% retrouvée par Giurea dans son groupe de patients ayant eu une suture de l'appareil abducteur au fascia lata (11), et sont également nettement inférieures aux valeurs identifiées dans les autres secteurs de mobilité.

La réalisation de l'ostéotomie en digastrique a un effet positif significatif sur la conservation de la force en abduction de la hanche opérée dans notre étude ainsi que sur la tenue radiologique du médaillon osseux.

Nous pensons que la stabilité du médaillon trochantérien pourrait être due à deux facteurs : l'un purement mécanique, l'autre biologique.

Le vaste latéral jouerait le rôle de « hauban » stabilisateur comme l'avance Vinciguerra (26), il s'opposerait à la traction du moyen fessier et diminuerait donc la résultante d'arrachement. Cette augmentation de la stabilité primaire du médaillon faciliterait l'ostéo-intégration du médaillon osseux à la plaque et à la prothèse par le biais de l'HAP.

Un effet biologique ou vasculaire est également évoqué : la vascularisation du médaillon pouvant se trouver altérée par la section du vaste latéral. Najima & al. (27,28) ont ainsi décrit trois sources principales de vascularisation du grand trochanter : l'une proximale, en provenance du moyen et petit fessier via l'artère iliaque interne, une autre provenant directement de l'artère circonflexe fémorale latérale, et enfin une distale, rétrograde provenant du vaste latéral par les branches distales de l'artère circonflexe fémorale latérale. Le pédicule principal vascularisant le muscle vaste latéral pénètre dans ce dernier à 155,8mm sous le sommet du grand trochanter (29), il nous semble possible dans certaines résections de préserver cette source de vascularisation. Celle-ci pourrait théoriquement favoriser la vitalité du médaillon osseux et l'ostéo-intégration par le biais de l'HAP à la plaque et à la prothèse, sur le même principe que cela diminuerait le taux de pseudarthrose (30) dans le cas d'une ostéotomie trochantérienne en digastrique classique.

La conjonction de ces deux facteurs est une piste qui pourrait expliquer la meilleure ostéo-intégration des médaillons osseux dans ce type de réinsertion, augmentant la tenue du médaillon et du matériel et permettant une meilleure conservation de force en abduction.

L'absence de médaillon osseux n'est pas significativement en lien avec une baisse de la conservation de force en abduction dans notre étude ($p=0,06$) du fait du faible effectif de ce sous-groupe. Il nous semble néanmoins préférable de réserver la PM METS HAP aux possibilités de réinsertion avec un médaillon osseux.

Comme l'ont observé Gottsauner-Wolf et al. dans une étude biomécanique expérimentale sur modèle canin, la fixation os-prothèse est préférable (31). Ils constataient à 16 semaines une meilleure fixation des réinsertions par médaillon osseux par rapport aux réinsertions directes par tendon. A ce recul, l'os lamellaire nécessaire à l'ancrage de l'os à la prothèse était présent. Il existait dans le groupe fixation directe par tendon une interface fibreuse d'ancrage tendon-prothèse, mais elle n'était pas aussi solide que l'interface os-prothèse.

La réinsertion par médaillon osseux en digastrique doit donc être privilégiée dès que possible. Elle offre les meilleurs résultats de notre série en termes de récupération de force. Elle n'est malheureusement pas toujours réalisable dans le cadre de la chirurgie tumorale. En effet, la localisation de la tumeur, la nécessité de marges saines, mais aussi parfois le trajet de biopsie ne permettent pas la conservation des éléments nécessaires à ce type de réinsertion.

Le revêtement en HAP semble être en mesure d'assurer une meilleure ostéo-intégration et a déjà démontré son utilité dans le cadre des reconstructions après résection de tumeur osseuse. Coathup (32) dans sa série de résections tumorales de fémur distal a constaté après analyse radiologique que les bagues revêtues d'HAP qu'il utilisait à la jonction os-prothèse permettaient de limiter la perte de stock osseux, et de diminuer le liseré radio-transparent à la jonction os-prothèse par rapport aux bagues nues. Ces constatations l'amenaient à envisager un probable rôle dans la diminution du risque de descellement aseptique de la bague d'HAP.

On peut supposer que l'HAP de la PM METS HAP jouerait le même rôle et favoriserait ainsi l'ostéo-intégration du médaillon osseux en diminuant le risque de lyse osseuse. Une stabilité primaire suffisante est cependant requise pour permettre ce mécanisme d'ostéo-intégration, qui est finalisé à 7 semaines après l'implantation avec une modification de l'os spongieux en os lamellaire (30).

L'Offset fémoral semble lui aussi jouer un rôle dans la récupération de l'abduction. Les patients avec un Offset fémoral Standard de 45mm avaient un ratio de conservation de force supérieur à ceux avec un Offset Small de 32,5mm. Ces résultats sont en accord avec les données de la littérature. Asayama et al. (33) ont objectivé que l'augmentation de l'offset fémoral était positivement corrélée à une augmentation de la force en abduction de hanche dans le cadre d'une PTH standard. Il a été démontré qu'une diminution de 15% de l'offset fémoral entraînait une diminution de la force en abduction ainsi qu'une altération de la marche (34). Mahmood et al. ont récemment identifié qu'une diminution de l'Offset fémoral

global de 5mm était une cause de diminution significative de la force en abduction de hanche après PTH de première intention (35). Ces résultats sont probablement transposables à la chirurgie de reconstruction tumorale de hanche, les principes de la balance de Pauwels restant inchangés (36). Par contre, une augmentation de l'Offset fémoral n'objectivait pas de diminution de force ni d'augmentation du taux de boiterie (34,35).

Des études anatomiques et radiologiques ont analysé la mesure de cet Offset fémoral dans la population européenne. Sur une étude cadavérique de 200 patients, Noble et al. retrouvaient un Offset fémoral moyen de $43 \pm 6,8$ mm ; tandis qu'un Offset inférieur à 35mm était retrouvé chez seulement 10% de la population (37). Sariali et al. retrouvaient sur une série de 223 patients un Offset fémoral moyen de $42,2 \pm 5,1$ mm grâce à une analyse TDM assistée par ordinateur (34). L'Offset inférieur à 35mm était retrouvé chez moins de 5% des sujets.

Nous avons mis en place l'Offset Small de 32,5mm chez 12(39%) patients de notre série. Cette proportion est sans doute excessive aux vues des données épidémiologiques de la littérature et peut expliquer la perte de force dans ce groupe de patient, par une probable sous-restitution de l'offset fémoral. Nous pouvons expliquer cette sous-estimation par deux hypothèses.

La première est en lien avec une erreur de mesure radiographique. Ce phénomène est décrit dans la littérature si la distance standardisée lors des clichés de bassin de face n'est pas parfaite entre le tube et la plaque, ou si le patient a une attitude en rotation externe. L'étude de Pasquier et al. en 2010 objectivait d'ailleurs une sous-estimation d'environ 8% de la valeur de l'Offset fémoral entre une mesure sur radiographie standard par rapport à une mesure TDM (38).

L'autre peut être en lien avec la crainte de trop latéraliser et donc trop tracter sur un appareil abducteur déjà amoindri par la résection tumorale. Ce phénomène pourrait être aggravé s'il n'y a pas de médaillon osseux. Dans notre série, 3(75%) des 4 patients n'ayant pas eu de réinsertion par un médaillon osseux ont bénéficié de la pose d'un Offset Small avec une conservation de force en abduction faible de 34%, possiblement dans l'idée d'éviter de trop contraindre ce tendon déjà fragilisé.

Il est à noter que les patients ayant bénéficié de la pose d'un Offset Standard avec réinsertion d'un médaillon osseux en digastrique (n=5) formaient le sous-groupe avec le meilleur résultat en termes de fonction dans notre étude avec une restitution de force de 77% en abduction. L'Offset Small de la PM METS doit donc à notre sens être utilisé de façon exceptionnelle. Il nous semble donc préférable d'augmenter l'Offset Fémoral plutôt que de le diminuer.

Nos données cliniques sont comparables aux données de la littérature dans les séries récentes de MP. Notre taux de boiterie de 55% est inférieur à celui rapporté par Anract et al.

qui était de 80% mais est supérieur au taux de la série de Benedetti et al. qui était de 40% (5,23).

Notre score MMT global de 3,8/5 est comparable à celui de 3,6/5 de la série Benedetti et al. et est discrètement supérieur à celui de 3/5 retrouvé par Farid et al. (3,23).

Les Scores MSTs à 75% et score TESS à 89% sont comparables aux données de la littérature concernant les PM. Anract et al., Farid et al. puis Donati et al. retrouvaient des score MSTs moyens respectifs de 75%, 70% et 68% (2,3,5).

La complication la plus fréquente de notre série est le sepsis profond (13%). Deux sepsis tardifs sont survenus chez des patients ayant nécessité une large résection de bassin en plus de la résection de l'ESF avec mise en place de cotyle cornet. Cette constatation est en accord avec l'étude de Dhanoa et al. qui identifiait les reconstructions de bassin comme un facteur de risque de sepsis au décours d'un geste prothétique dans le cadre d'une chirurgie tumorale (39). Dans la limite de notre effectif faible, notre taux de sepsis semble plus élevé que ceux rapportés dans la littérature : 7% dans la série de Chandrasekar et al (9), 5% pour Finstein et al. (40).

Nous déplorons un épisode de luxation (3%). Ce taux de luxation serait plus faible que ceux rapportés dans la littérature : Zerh et al (7) retrouvaient un taux de luxation de 18%, Puchner et al (41) un taux de 13% à 7 ans de recul. Ces taux élevés sont corrélés à l'importance de la résection des tissus mous associée à ce type de chirurgie, ainsi qu'à la diminution du diamètre de la tête (10).

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer le faible taux de notre série. L'utilisation de façon préférentielle de cotyles à double mobilité est une explication possible (42). Elle a déjà fait preuve de son efficacité dans le cadre de la chirurgie tumorale avec conservation de l'appareil abducteur, avec un taux de luxation de 3,5% dans une série réalisée dans notre centre (43).

L'utilisation d'un corset d'abduction en post-opératoire dans 71% des cas pour une durée de 6 semaines est probablement aussi en cause. Cette méthode n'a pas fait preuve de son efficacité en post-opératoire d'une chirurgie de révision de PTH (44), ni dans la prévention de la récurrence de la luxation dans la chirurgie primaire (45). Elle est néanmoins recommandée par Malawer et al. dans les suites d'une chirurgie tumorale en cas d'importantes résections des parties molles. Ce corset favorise la fibrose péri-prothétique, susceptible de constituer une gangue stabilisatrice autour de la prothèse (13).

Le taux faible de luxation peut être également lié au système de réinsertion de l'appareil abducteur propre à la PM METS HAP. Comme l'avancent Giurea et al. (11) dans leur étude : la réinsertion à même la prothèse de l'appareil abducteur joue un rôle stabilisateur naturel. Bickels et al. (16) dans leur série de 64 patients avec PM tumorales observaient un taux de

luxation de 1,7% ; ce taux est le plus faible de la littérature. Ils privilégiaient une préservation de l'acétabulum avec mise en place systématique d'une hémiarthroplastie (bi-polaire ou mono-polaire). Ils réalisaient une fixation directe de l'appareil abducteur à la prothèse, une suture capsulaire ou une capsulographie, et le corset d'abduction était porté en post-opératoire pour 3 à 4 semaines.

Une bursite sur la plaque de réinsertion est à déplorer dans notre série. Celle-ci a nécessité l'ablation de la plaque et des vis, et en raison du fait que le médaillon osseux n'était plus continu au moment de la reprise chirurgicale, le tendon du moyen fessier a été suturé au fascia lata.

L'épisode de fracture péri-prothétique a été traité par une conversion en Prothèse de fémur total, chose aisée avec la PM METS et qui illustre la modularité et la polyvalence de ce matériel.

Nous n'avons constaté aucun descellement aseptique dans notre étude, il est à noter que les bagues en HAP ont été utilisées chez tous ces patients lorsqu'il ne s'agissait pas de reconstruction par fémur total. Il est possible que cette bague en HAP joue un rôle protecteur sur le risque de descellement aseptique (32). Ce taux est à pondérer par notre recul moyen de 26,4 mois.

La corrélation négative modérée ($r = -0,42$) entre la sévérité de la boiterie et la conservation de la force en abduction n'était pas significative. Le faible effectif de notre étude peut expliquer que cela ne reste qu'une tendance. Dans la littérature cette corrélation n'a pas non plus été retrouvée (46).

Nous ne retrouvons pas non plus de corrélation significative entre l'AMP, l'utilisation de canne et la conservation de la force en abduction.

La corrélation du MMT avec la conservation de force en abduction était forte. Aitkens et al. objectivaient également une corrélation entre MMT et mesure dynamométrique (47). Cette corrélation était très forte pour les $MMT \leq 3+/5$ et n'existait plus pour un $MMT > 3+/5$ dans notre série. Ces résultats vont dans le sens de ceux de Wadsworth et al. pour qui le MMT est peu discriminant pour les différences minimales de force (48).

Excepté pour le score MMT, nous ne retrouvons aucune corrélation significative entre les scores fonctionnels (MSTS, TESS et PMA) et la conservation de force en abduction. Nous obtenons à ce titre les mêmes résultats que Rosenbaum et Rompen dans leurs études respectives (49,50). Ils ne trouvaient pas de corrélation entre les scores tumoraux et les

mesures quantitatives réalisées sur analyse de la marche et par mesure des activités de la vie quotidienne par moniteur Dynaport.

La concordance clinique et l'objectivité quantitative du TESS et MSTs ont été remises en question récemment par cette absence de corrélation entre ces scores et des données quantitatives précises (50,49). Bien qu'ils considèrent le ressenti clinique des patients, ces scores n'illustrent sans doute pas précisément et objectivement leur niveau d'activité fonctionnelle.

La principale limite de notre étude est le faible recul de notre série qui est de 26(6-103) mois. Un recul supplémentaire serait souhaitable pour évaluer l'évolution de la conservation de la force en abduction ainsi que la tenue radiographique du matériel et du médaillon à long terme.

Les mesures dynamométriques dans notre étude sont réalisées à des reculs différents. L'hétérogénéité de recul reste un biais de mesure possible, même si nous n'observons pas de corrélation significative entre le recul et la conservation de force en abduction.

Des auteurs considèrent dans le cadre de la chirurgie prothétique de hanche de première intention que la phase de récupération de la force musculaire se stabilise à 6 mois (18). Certains évoquent un gain de force possible sur un an (51). D'autres, comme Rash et al. dans leur étude prospective objectivent une récupération musculaire possible jusqu'à 24 mois.

En admettant cette dernière hypothèse, deux biais sont possibles.

Notre recul minimal de 6 mois _peut-être insuffisant_ pourrait minimiser nos résultats à plus long terme. Un tiers de nos patients avec DMT n'ayant pas atteint le cap des 24 mois de recul (dont 4 patients à ≤ 12 mois), leurs résultats seraient susceptibles de s'améliorer avec le temps.

Inversement, et même si la différence de recul entre nos patients avec DMT (34 mois) et ceux sans DMT (18 mois) n'est pas significative, on ne peut exclure un biais de sélection qui surestimerait notre résultat global par rapport aux patients sans DMT.

Cette notion d'amélioration de la force en fonction du recul expliquerait une part des bons résultats de Giurea, dont le recul moyen de 44 mois (12-90) reste supérieur au nôtre (11).

Il existe enfin un possible facteur confondant dans notre étude, que nous n'avons pas pu intégrer à notre analyse. Il est probable que les patients n'ayant pas de digastrique et/ou de médaillon osseux soient ceux ayant eu les résections tumorales des parties molles les plus larges. Et même si nous ne retrouvons pas de lien entre la longueur de la résection osseuse et la conservation de la force en abduction, il est possible que la largeur de la résection tumorale (pouvant emporter une partie de tissu musculaire du moyen et petit fessier) joue un rôle à la fois sur le résultat de la force en abduction et sur les possibilités de réinsertion.

Cette largeur de résection tumorale est difficile à évaluer de façon objective sur une étude rétrospective telle que la nôtre. Même si nous n'observons pas de différences significatives

dans les autres secteurs de mobilité en fonction des analyses en sous-groupes, nous ne pouvons exclure un biais de confusion.

Notre étude est la première à évaluer de façon spécifique la réparation par une plaque en HAP du système abducteur de hanche dans les suites d'une chirurgie tumorale de l'ESF. Nous complétons à ce titre les travaux de Chandrasekar et al. qui avaient étudié la survie de la PM METS (sans étudier le moyen de réparation de l'appareil abducteur), avec des résultats de survie à moyen terme très encourageants (9).

Les mesures par DMT que nous avons utilisées sont un moyen fiable, simple et reproductible d'évaluer la récupération de l'appareil abducteur garante de la marche et d'une qualité de vie satisfaisante (18–20,25,47,48,51). Les mesures dynamométriques permettent une analyse fine de la récupération de la force en abduction, et comme Aitkens l'avance, elles sont préférables à l'utilisation du MMT dans le cadre de la recherche clinique (47).

Le caractère continu de l'inclusion de nos patients se veut le plus représentatif de la population susceptible de bénéficier de ce matériel dans le cadre d'un objectif curatif de chirurgie tumorale.

Notre étude de par sa spécificité et la significativité de ses résultats nous permet d'affiner les indications de la PM METS HAP et d'adapter les possibilités de reconstruction de l'appareil abducteur en fonction des constatations pré-opératoires et per-opératoire. L'existence d'un médaillon osseux associé à une réinsertion en digastrique reste l'indication reine de la PM METS HAP, les autres situations doivent faire discuter les alternatives à ce type de réinsertion. Une réinsertion de l'appareil abducteur efficace est à notre sens un objectif capital chez ces patients jeunes dont la demande fonctionnelle et l'espérance de vie vont croissantes.

Conclusion :

Notre étude est la première à évaluer de façon spécifique la réparation par une plaque en HAP du système abducteur de hanche dans les suites d'une chirurgie tumorale de l'ESF.

Après résection de l'ESF et reconstruction par PM METS HAP nous avons constaté une restauration moyenne de 55,2% de force en abduction de hanche.

Le moyen préférentiel de réinsertion de l'appareil abducteur sur la prothèse nous semble être un médaillon trochantérien osseux en digastrique avec une continuité moyen fessier – trochanter – vaste latéral en privilégiant une sur-restitution de l'Offset fémoral.

Dans ces conditions, la PM METS HAP est un moyen simple et efficace de conserver les trois quarts de la force en abduction initiale.

Références :

1. Donati D, Giacomini S, Gozzi E, Mercuri M. Proximal femur reconstruction by an allograft prosthesis composite. *Clin Orthop*. 2002 Jan;(394):192–200.
2. Donati D, Zavatta M, Gozzi E, Giacomini S, Campanacci L, Mercuri M. Modular prosthetic replacement of the proximal femur after resection of a bone tumour A LONG-TERM FOLLOW-UP. *J Bone Joint Surg Br*. 2001 Nov 1;83-B(8):1156–60.
3. Farid Y, Lin PP, Lewis VO, Yasko AW. Endoprosthetic and allograft-prosthetic composite reconstruction of the proximal femur for bone neoplasms. *Clin Orthop*. 2006 Jan;442:223–9.
4. Biau DJ, Larousserie F, Thevenin F, Piperno-Neumann S, Anract P. Results of 32 Allograft-prosthesis Composite Reconstructions of the Proximal Femur. *Clin Orthop*. 2010 Mar;468(3):834–45.
5. Anract P, Coste J, Vastel L, Jeanrot C, Mascard E, Tomeno B. [Proximal femoral reconstruction with megaprosthesis versus allograft prosthesis composite. A comparative study of functional results, complications and longevity in 41 cases]. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 2000 May;86(3):278–88.
6. Langlais F, Lambotte JC, Collin P, Thomazeau H. Long-term results of allograft composite total hip prostheses for tumors. *Clin Orthop*. 2003 Sep;(414):197–211.
7. Zehr RJ, Enneking WF, Scarborough MT. Allograft-prosthesis composite versus megaprosthesis in proximal femoral reconstruction. *Clin Orthop*. 1996 Jan;(322):207–23.
8. McGoveran BM, Davis AM, Gross AE, Bell RS. Evaluation of the allograft-prosthesis composite technique for proximal femoral reconstruction after resection of a primary bone tumour. *Can J Surg*. 1999 Feb;42(1):37–45.
9. Chandrasekar CR, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Abudu A, Buckley L. Modular endoprosthetic replacement for tumours of the proximal femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2009 Jan;91(1):108–12.
10. Kabukcuoglu Y, Grimer RJ, Tillman RM, Carter SR. Endoprosthetic replacement for primary malignant tumors of the proximal femur. *Clin Orthop*. 1999 Jan;(358):8–14.
11. Giurea A, Paternostro T, Heinz-Peer G, Kaider A, Gottsauner-Wolf F. Function of reinserted abductor muscles after femoral replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1998 Mar;80(2):284–7.
12. F Gottsauner-Wolf ELE. Biologic attachment of an allograft bone and tendon transplant to a titanium prosthesis. *Clin Orthop*. 1999;(358):101–10.
13. Malawer MM, Sugarbaker PH. *Musculoskeletal Cancer Surgery: Treatment of Sarcomas and Allied Diseases*. Springer Science & Business Media; 2007. 618 p.
14. Ozaki T, Kaneko S, Kunisada T, Kawai A, Dan'ura T, Naito N, et al. Reconstruction of the hip abductors after resection of the proximal femur. *Int Orthop*. 1999 Sep;23(3):182–3.

15. Mittermayer F, Krepler P, Dominkus M, Schwameis E, Sluga M, Heinzl H, et al. Long-term followup of uncemented tumor endoprostheses for the lower extremity. *Clin Orthop*. 2001 Jul;(388):167–77.
16. Bickels J, Meller I, Henshaw RM, Malawer MM. Reconstruction of hip stability after proximal and total femur resections. *Clin Orthop*. 2000 Jun;(375):218–30.
17. Unwin PS, Cannon SR, Grimer RJ, Kemp HBS, Sneath RS, Walker PS. Aseptic Loosening in Cemented Custom-Made Prosthetic Replacements for Bone Tumours of the Lower Limb. *J Bone Joint Surg Br*. 1996 Jan 1;78-B(1):5–13.
18. Judd DL, Dennis DA, Thomas AC, Wolfe P, Dayton MR, Stevens-Lapsley JE. Muscle Strength and Functional Recovery During the First Year After THA. *Clin Orthop*. 2014 Feb;472(2):654–64.
19. Widler KS, Glatthorn JF, Bizzini M, Impellizzeri FM, Munzinger U, Leunig M, et al. Assessment of Hip Abductor Muscle Strength. A Validity and Reliability Study. *J Bone Jt Surg*. 2009 Nov 1;91(11):2666–72.
20. Thorborg K, Bandholm T, Schick M, Jensen J, Hölmich P. Hip strength assessment using handheld dynamometry is subject to intertester bias when testers are of different sex and strength. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(4):487–93.
21. William F. Enneking WD. A System for the Functional Evaluation of Reconstructive Procedures After Surgical Treatment of Tumors of the Musculoskeletal System. *Clin Orthop*. 1993;286(286):241–6.
22. Crossley KM, Zhang W-J, Schache AG, Bryant A, Cowan SM. Performance on the Single-Leg Squat Task Indicates Hip Abductor Muscle Function. *Am J Sports Med*. 2011 Apr 1;39(4):866–73.
23. Benedetti MG, Bonatti E, Malfitano C, Donati D. Comparison of allograft-prosthetic composite reconstruction and modular prosthetic replacement in proximal femur bone tumors: functional assessment by gait analysis in 20 patients. *Acta Orthop*. 2013 Apr;84(2):218–23.
24. Lindgren U, Svenson O. A new transtrochanteric approach to the hip. *Int Orthop*. 1988;12(1):37–41.
25. Rasch A, Dalén N, Berg HE. Muscle strength, gait, and balance in 20 patients with hip osteoarthritis followed for 2 years after THA. *Acta Orthop*. 2010 Apr;81(2):183–8.
26. Vinciguerra B, Pascarel X, Mangione P, Honton JL, Chatelan JL. [Digastric trochanterotomy in reoperated total hip prostheses. Apropos of 53 cases]. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 1993;79(3):200–4.
27. Najima H, Gagey O, Hutten D, Cottias P. [Vascularization of the trochanter fragment after digastric trochanterotomy in man]. *Morphol Bull Assoc Anat*. 1999 Mar;83(260):57–8.
28. Najima H, Gagey O, Cottias P, Hutten D. Blood supply of the greater trochanter after trochanterotomy. *Clin Orthop*. 1998 Apr;(349):235–41.
29. Tayfur V, Magden O, Edizer M, Atabey A. Anatomy of vastus lateralis muscle flap. *J Craniofac Surg*. 2010 Nov;21(6):1951–3.

30. Furlong RJ, Osborn JF. Fixation of hip prostheses by hydroxyapatite ceramic coatings. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 Sep;73(5):741–5.
31. Gottsauner-Wolf F, Egger EL, Schultz FM, Sim FH, Chao EY. Tendons attached to prostheses by tendon-bone block fixation: an experimental study in dogs. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 1994 Nov;12(6):814–21.
32. Coathup MJ, Sanghrajka A, Aston WJ, Gikas PD, Pollock RC, Cannon SR, et al. Hydroxyapatite-coated collars reduce radiolucent line progression in cemented distal femoral bone tumor implants. *Clin Orthop.* 2015 Apr;473(4):1505–14.
33. Asayama I, Chamnongkitch S, Simpson KJ, Kinsey TL, Mahoney OM. Reconstructed hip joint position and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2005 Jun;20(4):414–20.
34. Sariai E, Klouche S, Mouttet A, Pascal-Moussellard H. The effect of femoral offset modification on gait after total hip arthroplasty. *Acta Orthop.* 2014 Apr;85(2):123–7.
35. Mahmood SS, Mukka SS, Crnalic S, Wretenberg P, Sayed-Noor AS. Association between changes in global femoral offset after total hip arthroplasty and function, quality of life, and abductor muscle strength. *Acta Orthop.* 2015 Oct 16;1–6.
36. Pauwels F. *Biomechanics of the Locomotor Apparatus: Contributions on the Functional Anatomy of the Locomotor Apparatus.* Springer Science & Business Media; 1980. 527 p.
37. Noble PC, Alexander JW, Lindahl LJ, Yew DT, Granberry WM, Tullos HS. The anatomic basis of femoral component design. *Clin Orthop.* 1988 Oct;(235):148–65.
38. Pasquier G, Ducharme G, Sari Ali E, Giraud F, Mouttet A, Durante E. Total hip arthroplasty offset measurement: Is C T scan the most accurate option? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 juin;96(4):367–75.
39. Dhanoa A, Ajit Singh V, Elbahri H. Deep Infections after Endoprosthetic Replacement Operations in Orthopedic Oncology Patients. *Surg Infect.* 2015 Jun;16(3):323–32.
40. Finstein JL, King JJ, Fox EJ, Ogilvie CM, Lackman RD. Bipolar proximal femoral replacement prostheses for musculoskeletal neoplasms. *Clin Orthop.* 2007 Jun;459:66–75.
41. Puchner SE, Funovics PT, Hipfl C, Dominkus M, Windhager R, Hofstaetter JG. Incidence and management of hip dislocation in tumour patients with a modular prosthesis of the proximal femur. *Int Orthop.* 2014 Aug;38(8):1677–84.
42. Simian E, Chatellard R, Druon J, Berhouet J, Rosset P. Dual mobility cup in revision total hip arthroplasty: Dislocation rate and survival after 5 years. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2015 Sep;101(5):577–81.
43. Philippeau J-M, Durand J-M, Carret J-P, Leclercq S, Waast D, Gouin F. Dual mobility design socket use in preventing total hip replacement dislocation following tumor resection. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 février;96(1):2–8.
44. Murray TG, Wetters NG, Moric M, Sporer SM, Paprosky WG, Valle CJ Della. The use of abduction bracing for the prevention of early postoperative dislocation after revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012 Sep;27(8 Suppl):126–9.

45. Dewal H, Maurer SL, Tsai P, Su E, Hiebert R, Di Cesare PE. Efficacy of abduction bracing in the management of total hip arthroplasty dislocation. *J Arthroplasty*. 2004 Sep;19(6):733–8.
46. Horstmann T, Martini F, Knak J, Mayer F, Sell S, Zacher J, et al. Isokinetic force-velocity curves in patients following implantation of an individual total hip prosthesis. *Int J Sports Med*. 1994 Jan;15 Suppl 1:S64–9.
47. Aitkens S, Lord J, Bernauer E, Fowler WM, Lieberman JS, Berck P. Relationship of manual muscle testing to objective strength measurements. *Muscle Nerve*. 1989 Mar;12(3):173–7.
48. Wadsworth CT, Krishnan R, Sear M, Harrold J, Nielsen DH. Intrarater Reliability of Manual Muscle Testing and Hand-held Dynamometric Muscle Testing. *Phys Ther*. 1987 Sep 1;67(9):1342–7.
49. Rosenbaum D, Brandes M, Harges J, Gosheger G, Rödl R. Physical activity levels after limb salvage surgery are not related to clinical scores-objective activity assessment in 22 patients after malignant bone tumor treatment with modular prostheses. *J Surg Oncol*. 2008 Aug 1;98(2):97–100.
50. Rompen JC, Ham SJ, Halbertsma JPK, van Horn JR. Gait and function in patients with a femoral endoprosthesis after tumor resection: 18 patients evaluated 12 years after surgery. *Acta Orthop Scand*. 2002 Aug;73(4):439–46.
51. Shih CH, Du YK, Lin YH, Wu CC. Muscular recovery around the hip joint after total hip arthroplasty. *Clin Orthop*. 1994 May;(302):115–20.

Vu, le Président du Jury,
(tampon et signature)

Vu, le Directeur de Thèse,
(tampon et signature)

Vu, le Doyen de la Faculté,
(tampon et signature)

Evaluation de l'efficacité de la réparation du système abducteur de hanche des prothèses modulaires METS STANMORE avec plaque trochantérienne en hydroxyapatite dans les résections tumorales de l'extrémité supérieure du fémur

Introduction : La reconstruction de l'extrémité supérieure du fémur après résection tumorale peut être réalisée par une prothèse manchonnée dans une allogreffe ostéo-tendineuse ou par une prothèse massive, le plus souvent modulaire. Le but de notre étude est d'évaluer l'efficacité du système de réparation de l'appareil abducteur par médaillon trochantérien vissé et recouvert d'hydroxyapatite des prothèses modulaires STANMORE METS.

Matériel : L'étude porte sur 31 patients opérés entre 2006 et 2015 d'une tumeur de l'extrémité supérieure du fémur avec mise en place d'une prothèse modulaires STANMORE METS avec système d'attachement du médaillon trochantérien revêtu d'hydroxyapatite avec un recul moyen de 26 mois (6 mois à 103 mois).

Méthode : Notre critère d'évaluation principal était la mesure dynamométrique isométrique en abduction de la hanche opérée. Les critères d'évaluation secondaires étaient les données cliniques, les scores fonctionnels ainsi que des mesures dynamométriques isométriques dans les autres secteurs de mobilité. La stabilité du médaillon trochantérien et la tenue du matériel sur les radiographies étaient également évaluées. Un recueil des complications était réalisé.

Résultats : La force conservée en abduction était de $55,2 \pm 23,3\%$. La réinsertion d'un médaillon osseux en digastrique ainsi que l'utilisation d'un Offset Standard étaient des critères augmentant significativement cette force en abduction. Lorsque ces trois critères étaient réunis la force conservée en abduction était de $76,7 \pm 7,8\%$. La réinsertion en digastrique avait un lien significatif avec la stabilité radiographique du médaillon osseux. Notre taux de luxation était de 3%.

Conclusion : Les résultats en termes de conservation de force dans le cas d'une réinsertion en digastrique avec médaillon osseux pour la Prothèse massive STANMORE METS sont satisfaisants avec une restitution des trois quarts de la force en abduction. Il faut privilégier dans ce contexte une sur-restitution de l'Offset fémoral. Une évaluation à plus long terme serait souhaitable pour évaluer l'évolution de cette conservation de force ainsi que la tenue du médaillon osseux.

MOTS-CLES

ABDUCTION DE HANCHE

TUMEUR EXTREMITÉ SUPERIEURE FEMUR

PROTHESE MASSIVE

HYDROXYAPATITE

APPAREIL ABDUCTEUR

DIGASTRIQUE

OFFSET FÉMORAL

MESURE DYNAMOMETRIQUE