



HAL
open science

L'ostéotomie tibiale de valgisation dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale : étude d'une série de 117 cas

Guillaume Mergenthaler

► To cite this version:

Guillaume Mergenthaler. L'ostéotomie tibiale de valgisation dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale : étude d'une série de 117 cas. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-02944144

HAL Id: dumas-02944144

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02944144>

Submitted on 21 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE

UFR SANTÉ

Année 2019/2020

THÈSE POUR L'OBTENTION
DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 10 juillet 2020

par

M. MERGENTHALER Guillaume

Né le 05 avril 1990 à Séoul (Corée du Sud)

TITRE DE LA THÈSE :

**L'OSTÉOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION DANS
LE TRAITEMENT DE LA GONARTHROSE
FÉMORO-TIBIALE MÉDIALE
Étude d'une série de 117 cas**

Président : Monsieur le Professeur HULET Christophe

Membres : Monsieur le Professeur BAUER Thomas

Monsieur le Professeur HANOUZ Jean-Luc

Monsieur le Docteur ROCHCONGAR Goulven

Monsieur le Docteur FERON Matthieu

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur ROCHCONGAR Goulven

Année Universitaire 2019/2020**Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3^{ème} cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	AGOSTINI Denis	Biophysique et médecine nucléaire
M.	AIDE Nicolas	Biophysique et médecine nucléaire
M.	ALLOUCHE Stéphane	Biochimie et biologie moléculaire
M.	ALVES Arnaud	Chirurgie digestive
M.	AOUBA Achille	Médecine interne
M.	BABIN Emmanuel	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	BÉNATEAU Hervé	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	BENOIST Guillaume	Gynécologie - Obstétrique
M.	BERGER Ludovic	Chirurgie vasculaire
M.	BERGOT Emmanuel	Pneumologie
M.	BIBEAU Frédéric	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	BRAZO Perrine	Psychiatrie d'adultes
M.	BROUARD Jacques	Pédiatrie
M.	BUSTANY Pierre	Pharmacologie
Mme	CHAPON Françoise	Histologie, Embryologie
Mme	CLIN-GODARD Bénédicte	Médecine et santé au travail
M.	DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M.	DAO Manh Thông	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M.	DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M.	DEFER Gilles	Neurologie
M.	DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M.	DENISE Pierre	Physiologie
Mme	DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes
M.	DREYFUS Michel	Gynécologie - Obstétrique
M.	DU CHEYRON Damien	Réanimation médicale

Mme ÉMERY Evelyne	Neurochirurgie
M. ESMAIL-BEYGUI Farzin	Cardiologie
Mme FAUVET Raffaèle	Gynécologie – Obstétrique
M. FISCHER Marc-Olivier	Anesthésiologie et réanimation
M. GÉRARD Jean-Louis	Anesthésiologie et réanimation
M. GUILLOIS Bernard	Pédiatrie
Mme GUITTET-BAUD Lydia	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. HABRAND Jean-Louis	Cancérologie option Radiothérapie
M. HAMON Martial	Cardiologie
Mme HAMON Michèle	Radiologie et imagerie médicale
M. HANOUS Jean-Luc	Anesthésie et réa. médecine péri-opératoire
M. HULET Christophe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. ICARD Philippe	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M. JOIN-LAMBERT Olivier	Bactériologie - Virologie
Mme JOLY-LOBBEDEZ Florence	Cancérologie
M. JOUBERT Michael	Endocrinologie
M. LAUNOY Guy	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. LE HELLO Simon	Bactériologie-Virologie
Mme LE MAUFF Brigitte	Immunologie
M. LOBBEDEV Thierry	Néphrologie
M. LUBRANO Jean	Chirurgie viscérale et digestive
M. MAHE Marc-André	Cancérologie
M. MANRIQUE Alain	Biophysique et médecine nucléaire
M. MARCÉLLI Christian	Rhumatologie
M. MARTINAUD Olivier	Neurologie
M. MAUREL Jean	Chirurgie générale
M. MILLIEZ Paul	Cardiologie
M. MOREAU Sylvain	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
M. MOUTEL Grégoire	Médecine légale et droit de la santé
M. NORMAND Hervé	Physiologie
M. PARIENTI Jean-Jacques	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M. PELAGE Jean-Pierre	Radiologie et imagerie médicale
Mme PIQUET Marie-Astrid	Nutrition
M. QUINTYN Jean-Claude	Ophthalmologie
Mme RAT Anne-Christine	Rhumatologie
M. RAVASSE Philippe	Chirurgie infantile
M. REPESSE Yohann	Hématologie

M.	REZNIK Yves	Endocrinologie
M.	ROD Julien	Chirurgie infantile
M.	ROUPIE Eric	Médecine d'urgence
Mme	THARIAT Juliette	Radiothérapie
M.	TILLOU Xavier	Urologie
M.	TOUZÉ Emmanuel	Neurologie
M.	TROUSSARD Xavier	Hématologie
Mme	VABRET Astrid	Bactériologie - Virologie
M.	VERDON Renaud	Maladies infectieuses
Mme	VERNEUIL Laurence	Dermatologie
M.	VIVIEN Denis	Biologie cellulaire

PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

M.	DE LA SAYETTE Vincent	Neurologie
Mme	DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne	Dermatologie
M.	GUILLAUME Cyril	Médecine palliative
M.	LE BAS François	Médecine Générale
M.	SABATIER Rémi	Cardiologie

PRCE

Mme	LELEU Solveig	Anglais
-----	---------------	---------

PROFESSEURS EMERITES

M.	HURALT de LIGNY Bruno	Néphrologie
Mme	KOTTLER Marie-Laure	Biochimie et biologie moléculaire
M.	LE COUTOUR Xavier	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	LEPORRIER Michel	Hématologie
M.	VIADER Fausto	Neurologie

Année Universitaire 2019/2020**Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3^{ème} cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme	BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M.	BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme	BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M.	BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M.	COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M.	CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme	DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme	DUPONT Claire	Pédiatrie
M.	ÉTARD Olivier	Physiologie
M.	GABEREL Thomas	Neurochirurgie
M.	GRUCHY Nicolas	Génétique
M.	GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie
M.	HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M.	ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M.	JUSTET Aurélien	Pneumologie
Mme	KRIEGER Sophie	Pharmacie
M.	LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme	LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme	LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie
M.	MITTRE Hervé	Biologie cellulaire
M.	SESBOÛÉ Bruno	Physiologie

M.	TOUTIRAIS Olivier	Immunologie
M.	VEYSSIERE Alexis	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

Mme	ABBATE-LERAY Pascale	Médecine générale
M.	COUETTE Pierre-André	Médecine générale
Mme	NOEL DE JAEGHER Sophie	Médecine générale
M.	PITHON Anni	Médecine générale
M.	SAINMONT Nicolas	Médecine générale
Mme	SCHONBRODT Laure	Médecine générale

MAITRES DE CONFERENCES EMERITES

Mme	DEBRUYNE Danièle	Pharmacologie fondamentale
Mme	DERLON-BOREL Annie	Hématologie
Mme	LEPORRIER Nathalie	Génétique

REMERCIEMENTS

Au Professeur Christophe Hulet. Merci de m'avoir accueilli dans votre service, pour tout ce que j'ai pu apprendre à vos côtés durant ces 5 années d'internat et pour tout ce que je continuerai d'apprendre grâce à vous durant les années futures.

Merci de me faire l'honneur de présider le jury de cette thèse.

Au Professeur Thomas Bauer. Merci de me faire l'honneur de siéger dans le jury de cette thèse.

Au Professeur Jean-Luc Hanouz. Merci pour votre aide si précieuse pour les statistiques de ce travail. Merci de me faire l'honneur de siéger dans le jury de cette thèse.

Au Docteur Goulven Rochcongar. Merci pour ton sens du compagnonnage et de l'enseignement, pour ta rigueur de travail, pour tes conseils et bien entendu pour ton humour ! J'ai tant appris grâce à toi et je t'en serai toujours reconnaissant. Merci de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse et de m'avoir guidé et aidé tout au long de ce travail.

Au Docteur Matthieu Feron. Merci pour tout ce que tu m'as transmis au cours de mon internat. Travailler et apprendre avec toi est un réel plaisir.

Merci de me faire l'honneur de siéger dans mon jury de thèse.

Aux Professeurs Elvire Servien et Sébastien Lustig. J'ai eu l'honneur de passer 6 mois dans votre service. Merci pour votre accueil, votre rigueur et pour les précieuses connaissances que j'ai acquises auprès de vous pendant ce semestre à la Croix Rousse.

Aux Docteurs Mélanie Malherbe, Julien Dunet et Valentin Chapus. Merci pour tout que vous nous transmettez chaque jour et ce, toujours dans la bonne humeur ! Aux Docteurs Geoffrey Buia et Antoine Lucet, pour votre compagnonnage sans faille !

A mes anciens séniors, les Docteurs Nathalie Hanouz, Sylvie Collon, Cédric Lepetit, Etienne Sallé de Chou, Michel Azar, Tony Ameline, Victorien Begot, Benoit Le Gledic, Morgane Rol et André Duprat, merci pour ces moments passés ensemble et pour votre enseignement.

À mes chefs (actuels ou anciens), mais aussi anciens co-internes, les Docteurs Baptiste Picart, Matthieu Ligeard, César Praz, Clément Laborie, Aude Lombard, Daniel Canoville, Jonathan Curado, Matthieu Hannebique, Flore-Anne Lecoq. Merci pour ces 5 années d'apprentissage mais aussi (et surtout) de déconne ! DC, JC, MH et FALC vous nous manquez

À l'équipe d'infectiologie, particulièrement aux Docteurs Aurélie Baldolli et Jocelyn Michon pour leur aide si précieuse au quotidien.

Aux chirurgiens orthopédistes pédiatriques, les Docteurs Antoine Laquière, Pui-Pui Kim et Corinne Bronfen. Merci pour ce semestre aussi agréable qu'instructif et formateur.

À ceux qui ont accompagné mes débuts en chirurgie orthopédique à Lisieux, les Docteurs François Tirveilliot, Darshan Sivagnanam et Willy Razakandretsa.

Aux Lyonnais, pour ces 6 mois inoubliables. Merci aux frérots JB, Jerem, Léo, Max et Tristan. Merci aux Docteurs Cécile Batailler, Charles Fiquet, Julien Roger, Romain Gaillard et Stanislas Gunst, pour tout ce que j'ai appris grâce à vous.

À toute l'équipe d'orthopédie du CHU de Caen, secrétaires, infirmières, kiné, aides-soignants, brancardiers du service, du bloc et des consultations.

Aux co-internes d'orthopédie, Alex, Geoff, Greg, JC, Loulou, Maruto, Mehdi, Mister Fat, Titi, la Tripaille, Wiklound, quel plaisir de bosser avec vous !

Aux co-internes de promo, Clément Dujoux DUJ, Bertrand Lecoeur, Laura Gubbiotti et Matthieu Remazeilles. Merci pour ces 5 années qui n'auraient pas été les mêmes sans vous les amis !

Aux belles « découvertes » caennaises qui sont devenus de vrais amis, Caro et Ludo, Flavie et Yoann, Laura, Maud et Lin, Nico, Pauline, Paulo, Petitjean, Rori.

Aux amis de la fac, Charlotte, Raph, Laura, Seb, Thomas, la team D4². Pour cette période inoubliable, tant pour les bons moments que pour les galères vécues ensemble.

Aux amis de toujours, ceux avec qui j'ai grandi, Dongar, Gigon, Jarjar, JB, Maillet, Martin, Antoine. À ces nombreuses années d'amitié et aux prochaines !

À mes parents, pour votre soutien sans faille, pour l'amour que vous m'apportez, pour tous les sacrifices que vous avez fait pour moi et pour tout ce que vous m'avez appris et inculqué. Merci, à la personne qui me manque et me manquera toujours. Je n'y serais jamais arrivé sans vous. Cette thèse vous est dédiée à tous les 2.

Enfin à toi, Alexia. Merci pour les magnifiques moments que l'on a partagé et pour tous ceux que l'on s'apprête à vivre ensemble. Pour ton soutien et ton amour inconditionnel, qui me permettent d'avancer dans la vie, autant sur le plan personnel que professionnel. Je te remercie de tout mon cœur.

ABREVIATIONS

AFm angle fémoral mécanique

ATm angle tibial mécanique

CHU centre hospitalo-universitaire

DFP défilé fémoro-patellaire

HKA *Hip Knee Ankle* (angle)

HR *Hazard Ratio* ou rapport de risque

IMC Indice de Masse Corporelle

JLCA *Joint Line Congruence Angle*

LCA ligament croisé antérieur

OTV ostéotomie tibiale de valgisation

PTG prothèse totale de genou

PUC prothèse unicompartmentale de genou

SOFOT Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

SOO Société Orthopédique de l'Ouest

WOMAC *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET METHODE	3
I. CRITÈRES DE JUGEMENT	3
II. CRITÈRES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION	3
III. DESCRIPTION DE LA POPULATION	5
IV. MÉTHODE D'ÉVALUATION	9
1) Évaluation clinique.....	9
2) Évaluation radiographique.....	10
V. INDICATION CHIRURGICALE	11
VI. PLANIFICATION PRÉOPÉRATOIRE	12
VII. TECHNIQUE CHIRURGICALE	12
VIII. MÉTHODE STATISTIQUE.....	16
RÉSULTATS.....	18
I. SURVIE	18
II. FACTEURS INFLUENÇANT LA SURVIE	18
III. RÉSULTATS CLINIQUES	23
IV. RÉSULTATS RADIOLOGIQUES	25
V. COMPLICATIONS ET REPRISES CHIRURGICALES	26
DISCUSSION.....	29
I. SURVIE	29
II. FACTEURS INFLUENÇANT LA SURVIE	31
III. RÉSULTATS CLINIQUES	36
IV. RÉSULTATS RADIOLOGIQUES	37
V. COMPLICATIONS ET REPRISES CHIRURGICALES	39
VI. LIMITES	40
CONCLUSION	42
BIBLIOGRAPHIE	43
ANNEXES.....	48

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme de flux _____	4
Figure 2 : Répartition selon les classes d'âge _____	5
Figure 3 : Répartition selon les classes d'IMC _____	5
Figure 4 : Répartition selon l'activité professionnelle _____	6
Figure 5 : Gonarthrose fémoro-tibiale médiale stade 2 (Ahlback) _____	7
Figure 6 : Répartition selon le type d'ostéotomie et le type d'ostéosynthèse _____	8
Figure 7 : Contrôle scopique après mise en place des broches _____	13
Figure 8 : Ouverture réalisée à l'aide de 2 écarteurs de Méary _____	14
Figure 9 : Contrôle de la correction peropératoire _____	14
Figure 10 : Mise en place de la plaque verrouillée _____	15
Figure 11 : Courbe de survie de la série d'après la méthode de Kaplan-Meier _____	18
Figure 12 : Courbes de survie selon l'IMC _____	20
Figure 13 : Courbes de survie selon le stade d'Ahlback _____	21
Figure 14 : Courbes de survie selon l'angle HKA postopératoire _____	22
Figure 15 : Courbes de survie selon l'angle HKA postopératoire (après exclusion des OTV hypocorrigées) _____	22
Figure 16 : Résultats du score de Weiss modifié _____	25
Figure 17 : « Zone de sécurité » du trait d'ostéotomie _____	40

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Valeurs préopératoires des angles HKA, AFm, ATm et composante articulaire de la déformation _____	7
Tableau 2 : Données démographiques de la série _____	9
Tableau 3 : Analyse univariée selon le modèle de régression de Cox _____	19
Tableau 4 : Analyse multivariée des facteurs de risque selon le modèle de régression de Cox _____	20
Tableau 5 : Comparaison des probabilités de survie à 5, 8, 10 ans et des survies moyennes (en années) selon l'IMC _____	20
Tableau 6 : Comparaison des probabilités de survie à 5, 8, 10 ans et des survies moyennes (en années) selon le stade d'Ahlback _____	21
Tableau 7 : Comparaison des probabilités de survie à 5, 8, 10 ans et des survies moyennes (en années) selon l'angle HKA postopératoire _____	22
Tableau 8 : Comparaison de la survie selon l'angle HKA postopératoire (après exclusion des OTV hypocorrigées) _____	23
Tableau 9 : Valeurs moyennes du score de WOMAC _____	23
Tableau 10 : Valeurs des angles HKA, ATm et correction et perte de correction _____	26
Tableau 11 : Délai de reprise par PTG selon la survenue d'une pseudarthrose _____	27
Tableau 12 : Délai de reprise par PTG selon la survenue d'une infection _____	28
Tableau 13 : Complications peropératoires et postopératoires _____	28
Tableau 14 : Survie des OTV dans la littérature _____	29
Tableau 15 : Principales données démographiques des séries de la littérature _____	30
Tableau 16 : Facteurs de risque d'échec des OTV dans la littérature _____	31

INTRODUCTION

L'ostéotomie tibiale de valgisation (OTV) est une technique chirurgicale conservatrice de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale isolée ou de l'ostéonécrose du condyle fémoral médial. Les premières ostéotomies tibiales ont été décrites en France par Merle d'Aubigné en 1948 (1). Coventry est le premier à décrire une OTV par fermeture latérale (2,3). Plus tard, apparaît la technique d'OTV par ouverture médiale, popularisée en France par Debeyre et Artigou (4), puis par Goutallier et Hernigou (5). Le mode de fixation des OTV a évolué au cours du temps. Initialement sans matériel d'ostéosynthèse mais avec immobilisation par plâtre, les OTV ont ensuite été fixées par des agrafes puis par des plaques, d'abord non verrouillées, puis verrouillées.

Le principe biomécanique des OTV réside dans le déplacement et la répartition des contraintes exercées sur le compartiment fémoro-tibial médial vers le compartiment fémoro-tibial latéral. Des premières études biomécaniques de Maquet (6) et Blaimont (7) et des travaux de Thomine sur les écarts varisants (8) a découlé le principe de l'ostéotomie tibiale de valgisation. Différents types d'OTV ont été développés (9). Les OTV de fermeture latérale et d'ouverture médiale sont les principales techniques utilisées. Les OTV curviplanes (10), d'ouverture progressive (hémicallosis) (11), les ostéotomies combinées (12) et les ostéotomies de Chiba ou « en pagode » (13) sont d'autres méthodes moins répandues.

Les bons résultats en terme de survie des prothèses totales de genou (PTG) et des prothèses unicompartimentales (PUC) de genou (14) ont entraîné une diminution des indications des OTV ces dernières années (15,16). En revanche, l'OTV reste une bonne alternative chirurgicale pour la prise en charge de patients jeunes, actifs voire sportifs (17).

L'intérêt majeur de l'OTV est son caractère conservateur et la possibilité de repousser le plus longtemps possible une chirurgie prothétique. Comme le souligne Saragaglia (18), les OTV et les PUC ne possèdent pas les mêmes indications et ne sont pas en « compétition » mais plutôt complémentaires.

Les indications des OTV sont habituellement une gonarthrose fémoro-tibiale médiale isolée ou une ostéonécrose du condyle fémoral médial, sans atteinte du compartiment fémoro-tibial latéral ou fémoro-patellaire. L'âge, l'indice de masse corporelle (IMC), le type et le degré de sévérité de la gonarthrose, le degré d'activité des patients sont également déterminants dans le choix entre une OTV et une PUC. Ce choix apparaît

plus difficile pour des patients actifs âgés entre 50 et 60 ans, non-obèses, présentant une déformation mixte et une usure modérée. Il faut donc des critères objectifs permettant de choisir la meilleure indication pour un patient.

L'objectif de cette étude était d'évaluer la survie et les facteurs influençant la survie, ainsi que les résultats cliniques et radiographiques des OTV réalisées dans le département de chirurgie orthopédique et traumatologique du Centre Hospitalo-Universitaire (CHU) de Caen. L'hypothèse de ce travail rétrospectif était que l'OTV dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale, permet de repousser une chirurgie prothétique d'une durée de 10 ans pour une population jeune et active.

MATÉRIEL ET METHODE

I. CRITÈRES DE JUGEMENT

Cette étude rétrospective et monocentrique a été réalisée dans le département de chirurgie orthopédique et traumatologique du Centre Hospitalo-Universitaire (CHU) de Caen. Il s'agissait de l'analyse de la cohorte des patients du CHU de Caen au sein d'une étude multicentrique nationale référencée.

Le critère de jugement principal était la survie des ostéotomies tibiales de valgisation. Pour le calcul de survie, l'échec a été considéré comme la reprise chirurgicale par prothèse totale de genou.

Les critères de jugement secondaires étaient :

- Les facteurs influençant la survie des OTV
- Les résultats fonctionnels au dernier recul :
 - o L'évaluation par les scores de WOMAC (*Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*), Tegner et Weiss modifié
 - o La reprise du travail et du sport après l'intervention
- Les résultats radiologiques :
 - o Mesure de l'angle *Hip Knee Ankle* (HKA) postopératoire et au dernier recul
- La survenue de complications :
 - o Les complications peropératoires
 - o Les complications postopératoires précoces et tardives
 - o Les reprises chirurgicales

II. CRITÈRES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION

Les critères d'inclusion étaient :

- Patient majeur
- Présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale isolée
- Ayant été opéré d'une ostéotomie tibiale de valgisation
- Entre le 01/01/2004 et le 31/12/2015
- Pas de limite d'IMC

Les critères d'exclusion étaient :

- Patient n'étant pas en mesure de donner son accord de façon libre et éclairée
- Gonarthrose fémoro-tibiale latérale ou fémoro-patellaire
- Gonarthrose post-traumatique
- Laxité chronique du genou (lésion chronique du ligament croisé antérieur ou postérieur, opérée ou non)
- Ostéotomie fémorale associée

Les patients étaient sélectionnés en utilisant le logiciel de codage PMSI (codes CCAM : NCPA014 et CPA015).

Ainsi, entre le 01/01/2004 et le 31/12/2015, 236 ostéotomies tibiales de valgisation ont été réalisées au CHU de Caen. Soixante-neuf patients (29%) ont été exclus : 13 présentaient une gonarthrose post-traumatique, 55 présentaient une laxité chronique du genou, un patient avait été opéré d'une ostéotomie tibiale associée à une ostéotomie fémorale et 47 patients étaient perdus de vue au dernier recul (19,9%), c'est-à-dire qu'ils ne répondaient ni au téléphone ni à la lettre adressée par voie postale. La répartition par année des patients perdus de vue était homogène. Trois patients étaient décédés au dernier recul.

Un total de 117 genoux ont donc été inclus pour 107 patients (Figure 1).

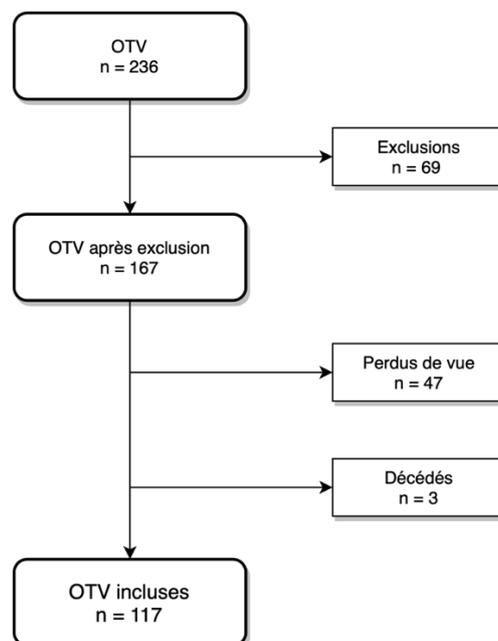


Figure 1 : Diagramme de flux

III. DESCRIPTION DE LA POPULATION

Âge et sexe

L'âge moyen au moment de la chirurgie était de $54,4 \pm 7,0$ ans (Figure 2). Il s'agissait de 64 hommes (54,7%) et 53 femmes (45,3%).

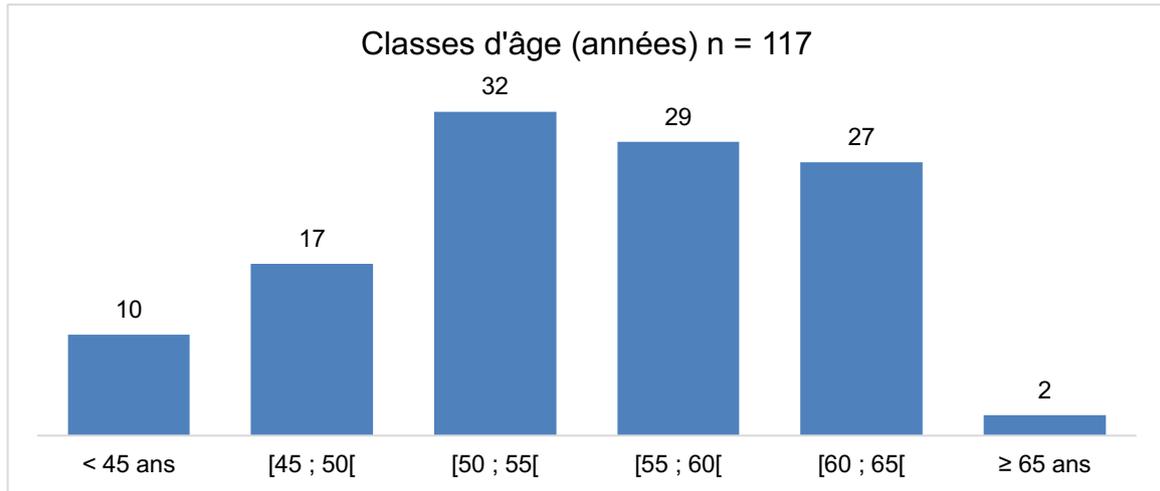


Figure 2 : Répartition selon les classes d'âge

Indice de masse corporelle

L'IMC moyen était de $29,9 \pm 5,6$ kg/m² (Figure 3).

Le poids moyen était de $85,7 \pm 18,3$ kg. 48 patients soit 41% de la série présentaient une obésité.

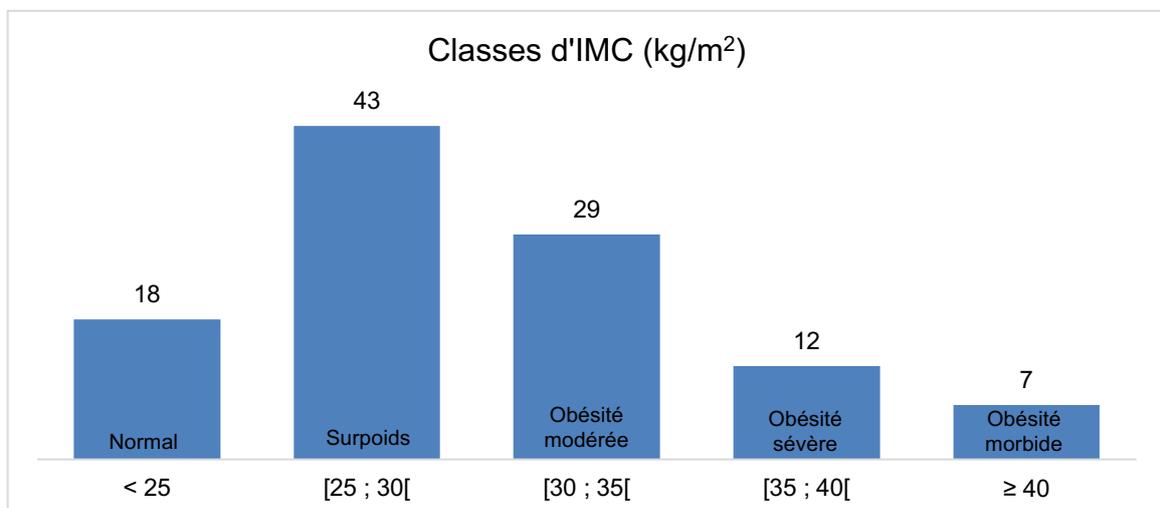


Figure 3 : Répartition selon les classes d'IMC (kg/m²)

Antécédents du genou opéré

Parmi les antécédents, 26 lésions méniscales (22,2%) et 8 ostéochondrites ou ostéonécroses (6,8%) étaient retrouvées.

Côté opéré

Il s'agissait du côté droit pour 63 cas (54%) et du côté gauche pour 54 cas (46%).

Activité professionnelle

Selon les 4 catégories professionnelles suivantes, il était retrouvé (Figure 4) :

- Sédentaire (ou retraité) : 33 cas (31,1%) dont 15 retraités (14,2%)
- Légère : 22 cas (20,8%)
- Modérée : 18 cas (17,0%)
- Pénible : 33 cas (31,1%)

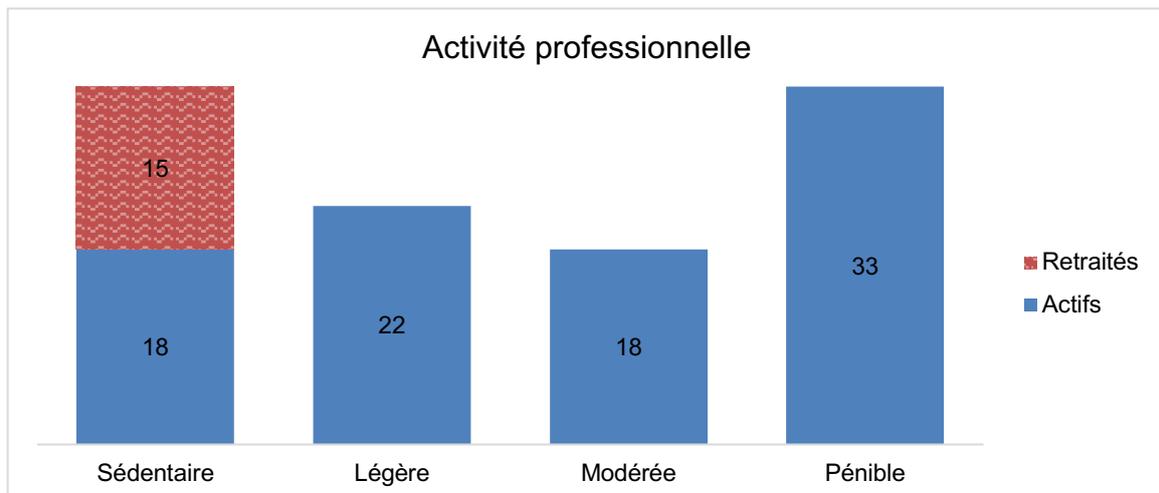


Figure 4 : Répartition selon l'activité professionnelle

Mobilités préopératoires et épanchement intra-articulaire

Les mobilités préopératoires étaient en moyenne de $123,9 \pm 10,9^\circ$. Un épanchement intra-articulaire était présent dans 22 cas (18,8%).

Sévérité de l'arthrose

Les stades de sévérité de l'arthrose étaient répartis selon la classification d'Ahlback (Annexe 4) (Figure 5) (19) :

- Stade 1 : 2 cas (1,9%)
- Stade 2 : 60 cas (56,6%)
- Stade 3 : 44 cas (41,5%)
- Stade 4 : 0 cas



Figure 5 : Gonarthrose fémoro-tibiale médiale stade 2 (Ahlback)

Déformation préopératoire

Les valeurs des angles fémoro-tibial mécanique (HKA), fémoral mécanique (AFm), tibial mécanique (ATm) et de la composante articulaire de la déformation (HKA – AFm – ATm) sont résumés dans le Tableau 1. Les modalités de calcul de ces angles sont détaillées dans la partie Méthode.

	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Angle HKA	174,2	2,7	165	179
Angle AFm	91,3	1,9	86	98
Angle ATm	86,5	2,1	79	94
Composante articulaire de la déformation	3,4	2,3	0	14

Tableau 1 : Valeurs préopératoires des angles HKA, AFm, ATm et composante articulaire de la déformation (en degrés)

Type d'ostéotomie, d'ostéosynthèse et de comblement

Toutes les OTV ont été réalisées sans guide de coupe sur mesure ni navigation assistée par ordinateur.

L'ostéotomie tibiale était une ouverture médiale pour 101 cas (86,3%) et une fermeture latérale pour 16 cas (13,7%). Toutes les ostéotomies d'ouverture médiale étaient ostéosynthésées par une plaque verrouillée. Parmi les 16 ostéotomies de fermeture, l'ostéosynthèse était assurée par une plaque verrouillée pour 7 cas (43,7%) et par une lame-plaque pour 9 cas (56,3%) (Figure 6).

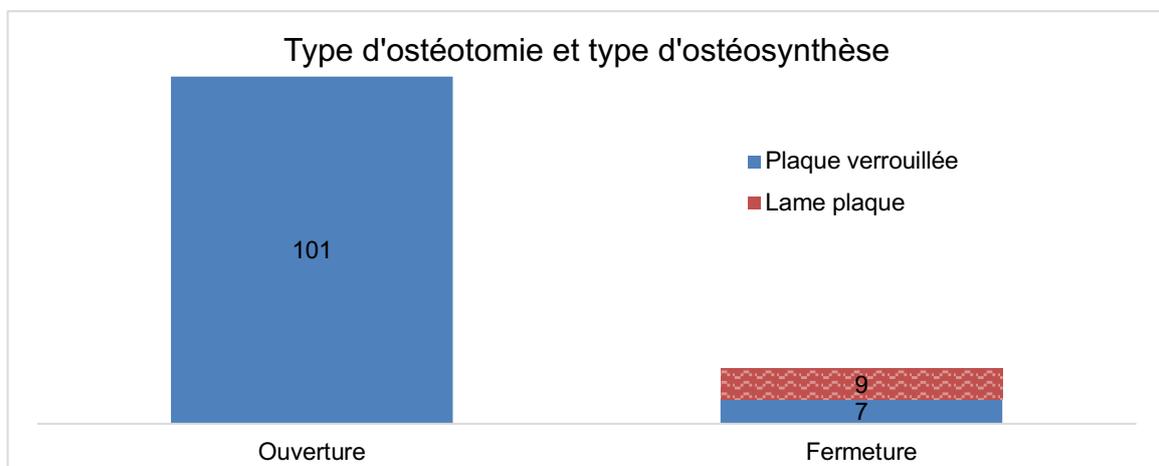


Figure 6 : Répartition selon le type d'ostéotomie et le type d'ostéosynthèse

Parmi les ostéotomies d'ouverture médiale, un substitut phosphocalcique a été utilisé pour 84 OTV (83,2%) et aucun comblement n'a été effectué pour 17 cas (16,8%).

L'ensemble des données démographiques sont résumées dans le Tableau 2.

Patients		n = 117
Age moyen (années)		54,4 ± 7,0 (32,9 - 66,8)
Sexe	Homme (%)	64 (54,7)
	Femme (%)	53 (45,3)
IMC (kg/m ²)		29,9 ± 5,6 (7,2 - 45,5)
Poids (kg)		85,7 ± 18,3 (52 - 138)
Côté	Droite (%)	63 (54)
	Gauche (%)	54 (46)
Antécédents	Lésion méniscale (%)	26 (22,2)
	Ostéochondrite (%)	8 (6,8)
Activité professionnelle	Sédentaire (%)	33 (31,1)
	Légère (%)	22 (20,8)
	Modérée (%)	18 (17,0)
	Pénible (%)	33 (31,1)
Mobilités (en degrés)		123,9 ± 10,9 (80 - 150)
Ahlback	Stade 1 (%)	2 (1,9)
	Stade 2 (%)	60 (56,6)
	Stade 3 (%)	44 (41,5)
HKA (en degrés)		174,2 ± 2,7 (165 - 179)
Type d'ostéotomie	Ouverture (%)	101 (86,3)
	Fermeture (%)	16 (13,7)

Tableau 2 : Données démographiques de la série (nombre ± écart type (min - max))

IV. MÉTHODE D'ÉVALUATION

1) Évaluation clinique

Données cliniques préopératoires

Les données suivantes ont été recueillies en examinant les comptes rendus de consultation : l'âge, le sexe, le poids, la taille, le type d'activité professionnelle (sédentaire, légère, modérée, pénible), le côté opéré, les antécédents du genou opéré, les mobilités du genou et la présence d'un épanchement intra-articulaire ou non.

Données chirurgicales

Les données suivantes ont été recueillies en examinant les comptes rendus opératoires : la technique chirurgicale (ouverture, fermeture), le type d'ostéosynthèse (plaque verrouillée, lame-plaque), le type de comblement, la survenue d'éventuelles complications peropératoires.

Données cliniques postopératoires

La survenue d'éventuelles complications postopératoires, les modalités et le délai de reprise du travail étaient recueillis à partir des comptes rendus de consultation à 3 et/ou 6 mois postopératoires.

Données cliniques au dernier recul

Les données suivantes ont été recueillies au dernier recul :

- Les mobilités du genou, la présence d'un épanchement articulaire ou non
- Le score de WOMAC (20) : décomposé en score Douleur, Raideur et Fonction (Annexe 1), plus le score est bas meilleur est le résultat (score sur 96)
- Le score de Tegner (Annexe 2), qui est une échelle des activités sportives et professionnelles cotée de 0 à 10 (10 = compétition à un niveau national) (21)
- Le score de Weiss modifié (Annexe 3) qui quantifie l'importance, la fréquence et la gêne ressentie par les patients (de 0 à 5 par ordre croissant) pour 15 activités physiques différentes (22)
- La survenue d'éventuelles complications
- Les éventuelles reprises chirurgicales du genou concerné notamment reprise par PTG avec date de reprise et cause de reprise

2) Évaluation radiographique

Données radiographiques préopératoires

Chaque patient réalisait un bilan radiographique complet comprenant :

- Genou de face debout et de profil à 30° de flexion en appui monopodal
- Cliché en schuss (genou de face à 30° de flexion)
- Défilé fémoro-patellaire (DFP) ou vue axiale de rotule
- Pangonogramme ou grands axes des membres inférieurs en charge
- Clichés tenus ou clichés en stress (valgus et varus forcé)

Les données recueillies étaient :

- Le degré de sévérité de l'arthrose fémoro-tibiale médiale mesuré à l'aide de la classification d'Ahlback (19) (Annexe 4) sur les clichés de face et en schuss
- L'existence d'une éventuelle laxité mesurée sur les clichés tenus. Cette laxité était classée selon la classification de la Société Orthopédique de l'Ouest (SOO) (23) (Annexe 5).

A l'aide du pangonogramme, il était calculé :

- L'angle mécanique fémoro-tibial ou angle HKA
- L'angle fémoral mécanique ou angle AFm
- L'angle tibial mécanique ou angle ATm
- L'angle épiphysaire tibial proximal (calculé par la méthode de Levigne) afin de discriminer les déformations tibiales constitutionnelles des déformations mixtes
- La composante articulaire de la déformation ($HKA - AFm - ATm$), proche de l'angle nommé *Joint Line Congruence Angle* (JLCA) qui est l'angle entre les tangentes aux condyles fémoraux et plateaux tibiaux.

Données radiographiques postopératoires

Entre 3 et 6 mois postopératoires, l'angle HKA était mesuré sur un pangonogramme afin de quantifier l'importance de la correction angulaire apportée par l'OTV.

Données radiographiques au dernier recul

Au dernier recul, un pangonogramme permettait de relever les angles HKA, AFm et ATm afin de déterminer l'évolution de la correction au cours du temps (stabilité, perte de correction, hypercorrection).

V. INDICATION CHIRURGICALE

L'indication chirurgicale était posée après réalisation d'un traitement médical bien conduit, c'est-à-dire la mise en place de règles hygiéno-diététiques avec notamment une perte de poids, une rééducation avec physiothérapie, un traitement médicamenteux, une ou des infiltrations.

Une ostéotomie tibiale de valgisation était proposée aux patients présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale isolée, sans douleur des compartiments latéral et fémoro-patellaire.

VI. PLANIFICATION PRÉOPÉRATOIRE

La planification était réalisée à l'aide d'un bilan radiographique complet. L'importance de la correction souhaitée était déterminée en fonction de la déformation préopératoire définie par l'angle HKA, associée aux données cliniques et radiographiques de laxité de la concavité et de la convexité, notamment avec l'aide de clichés tenus en varus et en valgus forcé. Le degré de déformation liée à l'usure et celui lié à la déformation constitutionnelle était déterminé par le calcul de l'angle épiphysaire tibial proximal selon la technique de Levigne (24) et la quantification de la composante articulaire de la déformation.

La correction souhaitée était planifiée à l'aide des abaques ou tables de Hernigou (25) ou contrôlée en peropératoire sous contrôle fluoroscopique (technique dite du « câble » décrite dans la partie Technique chirurgicale).

La décision entre ostéotomie d'ouverture médiale ou fermeture latérale était prise par l'opérateur. Toutes les ostéotomies de fermetures latérales ont été réalisées avant 2012.

VII. TECHNIQUE CHIRURGICALE

Ostéotomie tibiale d'ouverture médiale

Le patient était installé en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse du côté opéré et un contre-appui du côté opposé. Un garrot pneumatique était placé à la racine du membre opéré. Un appui était disposé afin de pouvoir placer le genou à 90°. Un amplificateur de brillance était utilisé pour contrôler l'ostéotomie tout au long de l'intervention. L'abord était antéro-médial.

Après le décollement sous-aponévrotique, une incision longitudinale traversait les insertions du ligament collatéral médial et des tendons de la patte d'oie. Durant toute

l'intervention un écarteur de Farabeuf était placé sous le ligament patellaire afin de protéger celui-ci de toute lésion au moment de l'ostéotomie.

La face postérieure du tibia était ruginée et un écarteur type Hohmann ou la rugine était laissée en place afin de protéger le paquet vasculo-nerveux postérieur. L'ostéotomie était supra-tubérositaire, réalisée en zone métaphysaire proximale du tibia. Une première broche de Kirschner était mise en place pour contrôler le futur trajet de l'ostéotomie. Celle-ci était dirigée en haut et latéralement en direction de la tête de la fibula. Un contrôle à l'amplificateur de brillance était réalisé. Une seconde broche était mise en place, son trajet était strictement parallèle à celui de la première broche (Figure 7).



Figure 7 : Contrôle scopique après mise en place des broches

Le premier trait d'ostéotomie était réalisé à la scie oscillante et était ensuite complété à l'ostéotome. La progression de celui-ci était contrôlée à l'amplificateur de brillance. Le trait d'ostéotomie s'arrêtait avant la corticale latérale afin de respecter une charnière. Deux écarteurs de Méary étaient disposés, l'un en avant du trait d'ostéotomie et l'autre en arrière. L'ouverture médiale était réalisée à l'aide de ces deux écarteurs de Méary et de façon très douce et progressive afin de protéger la charnière latérale (Figure 8).

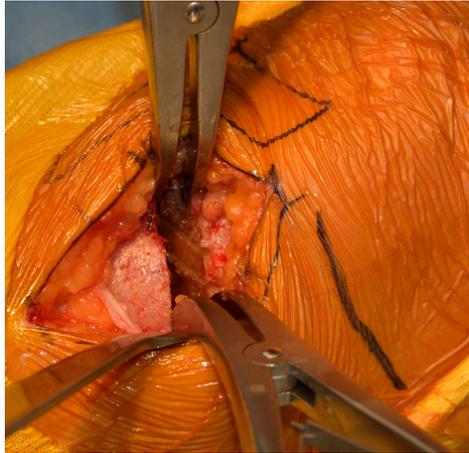


Figure 8 : Ouverture réalisée à l'aide de 2 écarteurs de Méary

L'utilisation de deux écarteurs de Méary permettait d'obtenir une ouverture identique en avant et en arrière afin de ne pas modifier la pente tibiale. Le contrôle de la correction peropératoire se faisait à l'aide de l'amplificateur de brillance selon la technique « du câble ».

Le câble du bistouri électrique (métallique) était tendu entre le centre de la tête fémorale et le centre de la cheville (Figure 9). Un contrôle scopique était réalisé sur le genou.



Figure 9 : Contrôle de la correction peropératoire

Une correction satisfaisante était obtenue lorsque le câble se projetait au point d'inflexion entre le plateau tibial latéral et l'épine tibiale latérale (26). Une cale de substitut phosphocalcique était utilisée comme comblement sauf dans le cas d'une faible correction angulaire, où de l'os spongieux de la métaphyse tibiale était prélevé

à la curette dans la tranche d'ostéotomie et placé dans le fond du trait d'ostéotomie afin de favoriser la consolidation. La fixation était ensuite réalisée par une plaque verrouillée (Figure 10).

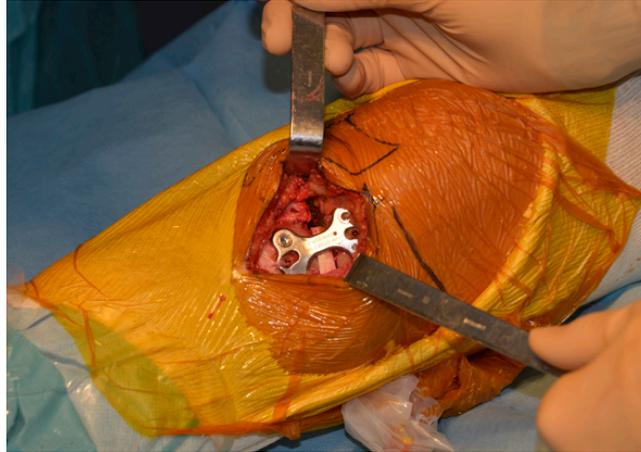


Figure 10 : Mise en place de la plaque verrouillée

En cas de fracture de charnière ou de fracture articulaire, une ostéosynthèse par agrafe ou vis était réalisée. Les tendons de la patte d'oie étaient réinsérés par suture directe.

Ostéotomie tibiale de fermeture latérale

L'installation était identique à l'ouverture médiale. La voie d'abord était antéro-latérale. Le fascia lata est incisé dans le sens des fibres. La dissection se poursuivait jusqu'à la métaphyse tibiale. Le muscle tibial antérieur était détaché de la crête tibiale afin d'exposer la face antéro-latérale du tibia. Une broche guide était mise en place de façon parallèle à l'interligne articulaire. L'ostéotomie était débutée à la scie oscillante puis complétée à l'aide d'ostéotomes. Le coin d'ostéotomie était ensuite retiré. La lame plaque était ensuite insérée sur quelques centimètres. La valgisation était réalisée par manœuvres externes de manière à ce que la diaphyse tibiale soit parallèle à la plaque. Une fois la valgisation acquise, la lame était impactée à fond. Après contrôle scopique, les vis diaphysaires étaient mises en place. L'aponévrose du muscle tibial antérieur et le fascia lata étaient suturés.

Consignes postopératoires

L'appui était proscrit ou partiel pendant 6 semaines. Le protocole de rééducation était débuté précocement en postopératoire. Il était composé d'un travail des amplitudes articulaires en passif et en actif, un travail du quadriceps en isométrie et de la physiothérapie antalgique.

VIII. MÉTHODE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide des logiciels R version 3.6.1 (R Development Core Team (2005). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) et XLSTAT version 2020.1.3 (Addinsoft (2020). XLSTAT statistical and data analysis solution. Paris, France). Les données qualitatives sont présentées en effectif (proportion) et ont été comparées en utilisant le test exact de Fischer et le test du Chi². La comparaison de 2 moyennes a été réalisée par un test t de Student. Des tests non paramétriques sur séries non appariées (test de Wilcoxon) ont permis de comparer les résultats de sous-groupes. L'analyse univariée des facteurs pouvant influencer les résultats était réalisée par la méthode de régression linéaire, d'analyse de la variance (ANOVA) ou test exact de Fischer. Il a été choisi de ne pas ajuster les valeurs de p pour les comparaisons multiples. L'analyse multivariée de ces facteurs était menée à l'aide des modèles de régression logistique ou par analyse de covariance (ANCOVA).

Les analyses et courbes de survie étaient réalisées grâce à la technique de Kaplan-Meier avec un intervalle de confiance à 95%. Les courbes de survie étaient comparées à l'aide du test de Log-rank. Le modèle de régression de Cox était utilisé en analyse multivariée pour identifier des facteurs de risque d'échec, en entrant les variables qui étaient significatives lors de l'analyse univariée. Les facteurs étudiés étaient : l'âge, le sexe, l'IMC, le côté opéré, les antécédents concernant le genou opéré, le stade d'Ahlback, l'angle HKA préopératoire, la composante articulaire du varus, le type d'ostéotomie, la survenue d'une fracture de charnière, la survenue d'une pseudarthrose, d'une infection, l'angle HKA postopératoire et l'angle de correction (entre l'angle HKA préopératoire et postopératoire). Le choix d'un seuil pour les facteurs âge et IMC a été déterminé à l'aide des courbes ROC (*Receiver Operating Characteristics*) des reprises par PTG ou par la réalisation itérative de modèles de Cox

avec différents seuils (test de Wald). Les facteurs significatifs en analyse univariée étaient un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m², un stade d'Ahlback supérieur à 2 et un angle HKA postopératoire inférieur à 180°. Une estimation du *Hazard Ratio* (HR) ou rapport de risque avec un intervalle de confiance à 95% était utilisée pour évaluer l'association entre le risque d'échec et les facteurs significatifs.

Les valeurs de p étaient calculées de façon bilatérale avec un risque alpha pour rejeter l'hypothèse nulle choisi à 5%. Pour tous les tests, une valeur de $p < 0,05$ était considérée comme statistiquement significative.

RÉSULTATS

I. SURVIE

A un recul moyen de $7,9 \pm 3,2$ ans, 37 OTV ont été reprises par une PTG (31,6%). La probabilité de survie était de 88,7%, 77,6% et 70,2% à respectivement 5 ans, 8 ans et 10 ans (Figure 11).

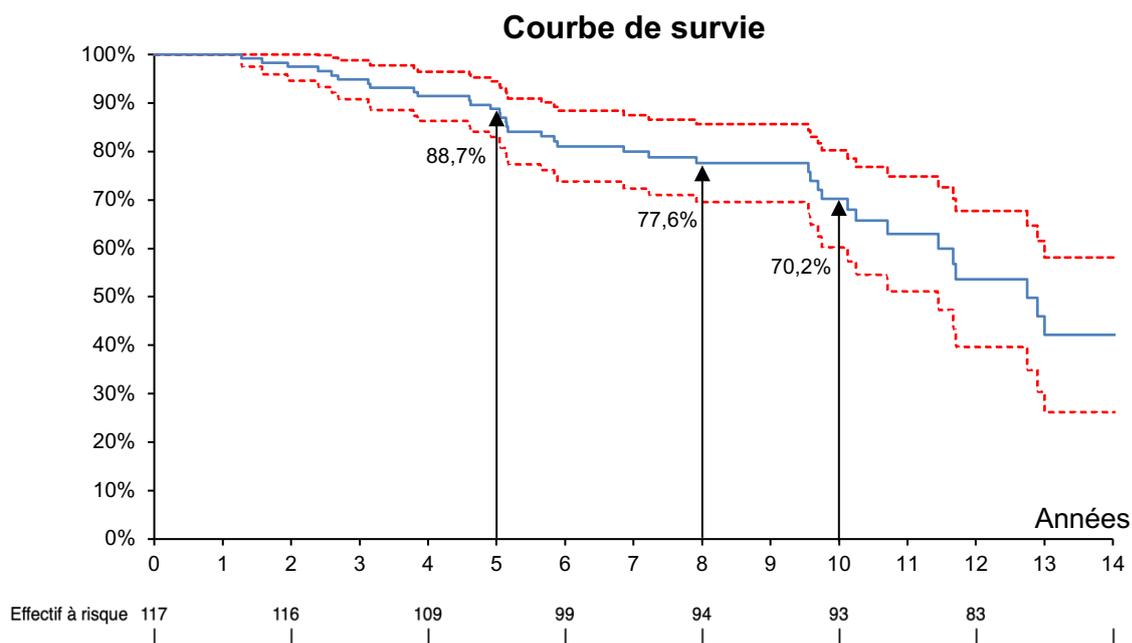


Figure 11 : Courbe de survie de la série d'après la méthode de Kaplan-Meier (IC 95%)

II. FACTEURS INFLUENÇANT LA SURVIE

Après analyse univariée, les facteurs liés à une diminution significative de la survie des OTV étaient un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m^2 ($p = 0,047$), un stade de sévérité de l'arthrose d'Ahlback supérieur à 2 ($p = 0,017$) et un angle HKA postopératoire inférieur à 180° ($p = 0,011$). Les résultats de l'analyse univariée des facteurs pouvant influencer la survie des OTV sont résumés dans le Tableau 3. L'influence de la perte de correction angulaire (entre l'angle HKA postopératoire et au dernier recul) sur la survie n'a pas été étudiée car les valeurs de l'angle HKA avant reprise par PTG n'étaient pas disponibles.

Facteur		Nombre	HR	IC 95%		p
Age	≥ 55 ans	59				
	≥ 55 ans	58	1,64	0,84	3,24	0,151
Sexe	F	53				
	H	64	1,10	0,57	2,11	0,780
IMC	< 30	61				
	≥ 30	48	2,03	1,01	4,06	0,047
Côté	D	63				
	G	54	1,10	0,57	2,11	0,785
Étiologie	Essentielle	83				
	Secondaire	34	1,47	0,69	3,12	0,319
Activité professionnelle	Sédentaire	33	0,53	0,17	1,68	0,283
	Légère	22	0,76	0,24	2,41	0,646
	Modérée	18	0,80	0,32	1,99	0,629
	Pénible	33	0,53	0,17	1,68	0,283
Mobilités			0,99	0,96	1,03	0,720
Stade d'Ahlback	≤ 2	62				
	> 2	44	2,36	1,17	4,79	0,017
HKA préopératoire			0,95	0,84	1,07	0,384
Composante articulaire du varus			1,08	0,93	1,25	0,336
Type d'OTV	Ouverture	101				
	Fermeture	16	1,03	0,43	2,48	0,948
Ostéosynthèse						
Plaque verrouillée		108				
Lame plaque		9	1,55	0,60	4,02	0,371
Fracture peropératoire	Non	98				
	Oui	19	0,71	0,27	1,81	0,469
Pseudarthrose	Non	112				
	Oui	5	0,99	0,24	4,13	0,990
Infection	Non	112				
	Oui	5	2,27	0,69	7,47	0,177
HKA postopératoire	≥ 180°	87				
	< 180°	13	3,09	1,30	7,34	0,011
Correction (HKA post-préopératoire)			0,97	0,87	1,08	0,565

Tableau 3 : Analyse univariée selon le modèle de régression de Cox (HR : Hazard Ratio, IC 95% = intervalle de confiance à 95%)

Les facteurs significatifs de l'analyse univariée ont été introduits dans le modèle de régression de Cox afin de retrouver des facteurs de risque indépendants. Seuls un stade d'Ahlback supérieur à 2 et un angle HKA postopératoire inférieur à 180° étaient des facteurs indépendants de mauvais pronostic sur la survie des OTV.

Les résultats de l'analyse de régression de Cox sont résumés dans le Tableau 4.

Facteur	HR	IC 95%	<i>p</i>
IMC \geq 30 kg/m ²	1,25	0,56 2,82	0,588
Ahlback > 2	2,94	1,26 6,85	0,013
Angle HKA postopératoire < 180°	3,07	1,19 7,91	0,021

Tableau 4 : Analyse multivariée des facteurs de risque selon le modèle de régression de Cox (HR : Hazard Ratio, IC 95% = intervalle de confiance à 95%)

L'indice de masse corporelle

La survie des OTV était statistiquement supérieure ($p = 0,043$) chez les patients présentant un IMC < 30 kg/m² (Figure 12 et Tableau 5).

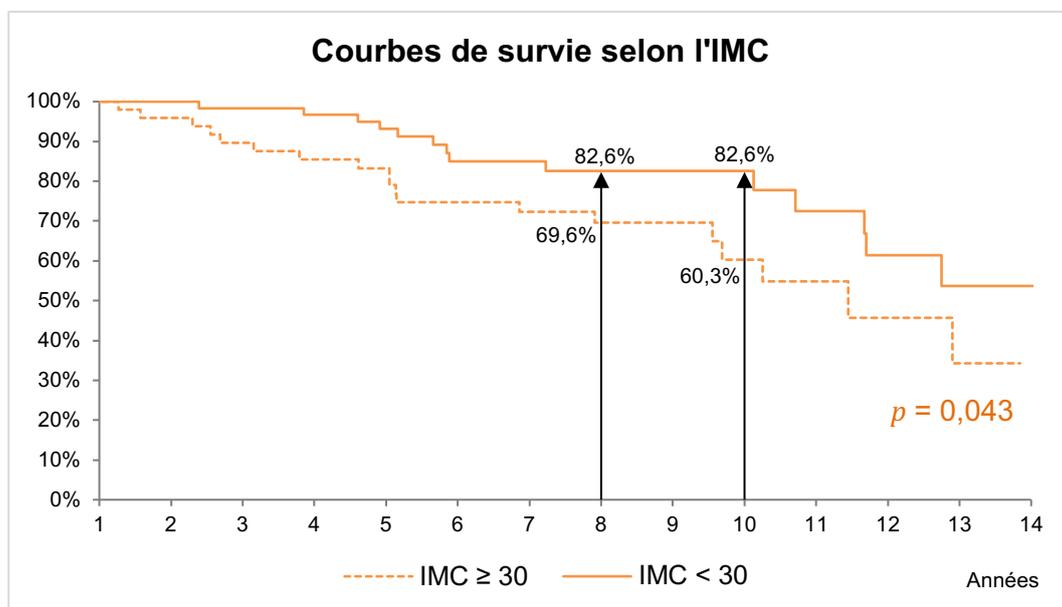


Figure 12 : Courbes de survie selon l'IMC

	n	5 ans	8 ans	10 ans	Survie	σ	IC 95%	<i>p</i>
IMC < 30 kg/m ²	61	93,2%	82,6%	82,6%	12,1	0,6	11,0 13,3	0,043
IMC \geq 30 kg/m ²	48	81,5%	69,6%	60,3%	10,0	0,7	8,6 11,3	

Tableau 5 : Comparaison des probabilités de survie à 5, 8, 10 ans et des survies moyennes (en années) selon l'IMC (σ = écart type, IC 95% = intervalle de confiance à 95%)

Le stade d'Ahlback

La survie des OTV était statistiquement supérieure chez les patients qui présentaient une gonarthrose stade 1 ou 2 en préopératoire ($p = 0,014$) (Figure 13 et Tableau 6).

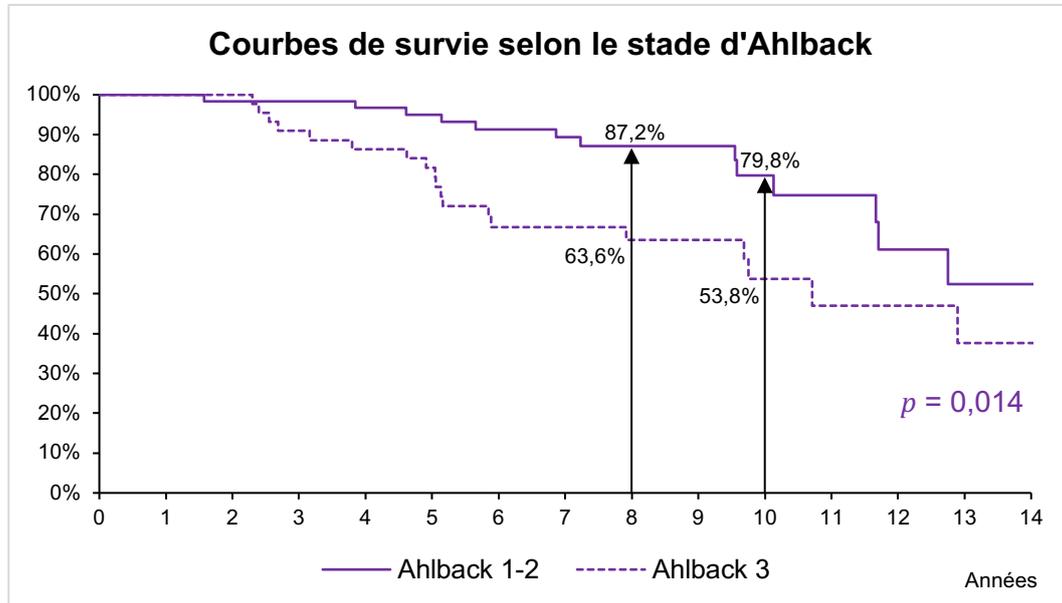


Figure 13 : Courbes de survie selon le stade d'Ahlback

	n	5 ans	8 ans	10 ans	Survie	σ	IC 95%		p
Ahlback 1-2	62	95,0%	87,2%	79,8%	11,9	0,5	11,0	12,9	0,014
Ahlback 3	44	79,5%	63,6%	53,8%	9,7	0,7	8,3	11,2	

Tableau 6 : Comparaison des probabilités de survie à 5, 8, 10 ans et des survies moyennes (en années) selon le stade d'Ahlback (σ = écart type, IC 95% = intervalle de confiance à 95%)

L'angle HKA postopératoire

Les OTV hypocorrigées (angle HKA postopératoire $< 180^\circ$) avaient un risque significativement supérieur de reprise par PTG en comparaison aux OTV normo et hypercorrigées ($p = 0,007$) (Figure 14 et Tableau 7).

A 10 ans, la survie des OTV normo et hypercorrigées était plus de 2 fois supérieure à la survie des OTV hypocorrigées.

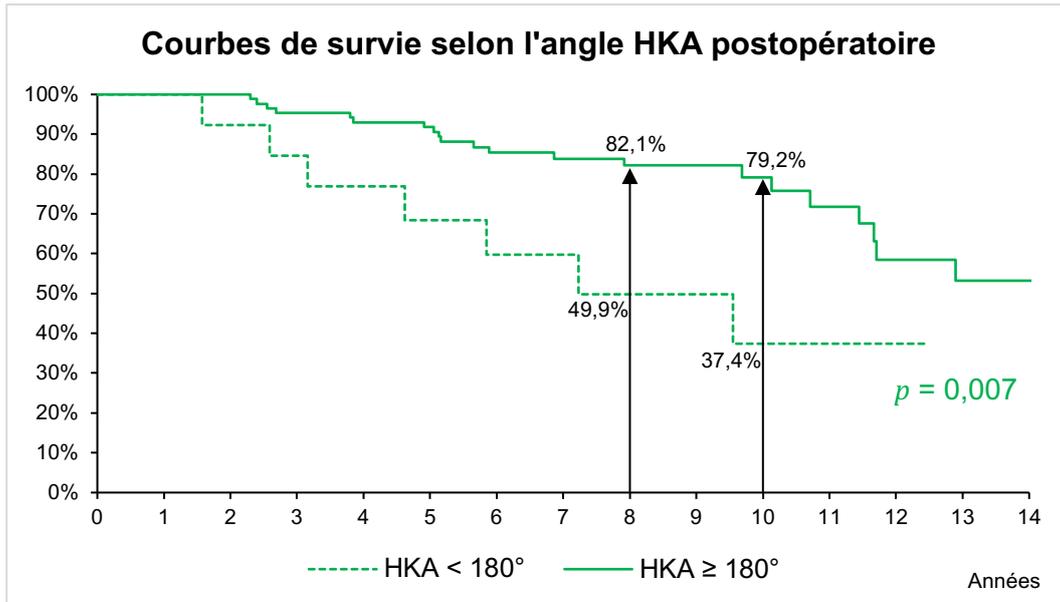


Figure 14 : Courbes de survie selon l'angle HKA postopératoire

	n	5 ans	8 ans	10 ans	Survie	σ	IC 95%	p
HKA $\geq 180^\circ$	87	91,8%	82,1%	79,2%	11,8	0,49	10,9 12,8	0,007
HKA < 180°	19	67,2%	49,9%	37,4%	7,4	1,1	5,4 9,5	

Tableau 7 : Comparaison des probabilités de survie à 5, 8, 10 ans et des survies moyennes (en années) selon l'angle HKA postopératoire (σ = écart type, IC 95% = intervalle de confiance à 95%)

Après exclusion des OTV hypocorrigées, la survie était équivalente pour les OTV corrigées entre 0 et 3°, entre 3 et 6° et plus de 6° (Tableau 8 et Figure 15).

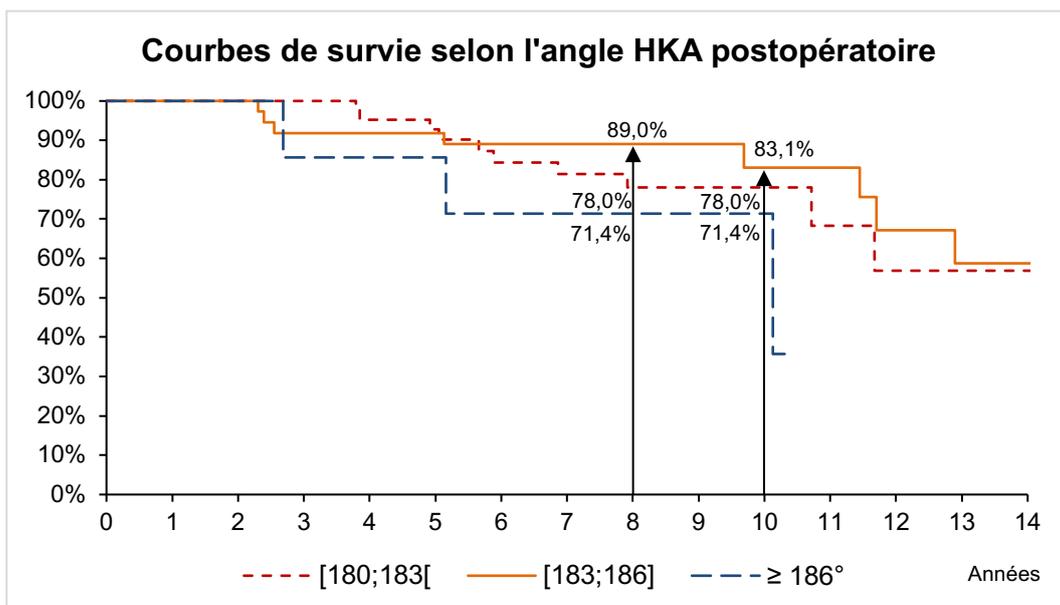


Figure 15 : Courbes de survie selon l'angle HKA postopératoire (après exclusion des OTV hypocorrigées)

		<i>p</i>
[180;183[vs [183;186[0,984
[180;183[vs ≥186	0,685
[183;186[vs ≥186	0,468

Tableau 8 : Comparaison de la survie selon l'angle HKA postopératoire (après exclusion des OTV hypocorrigés)

III. RÉSULTATS CLINIQUES

Score de WOMAC

Les valeurs moyennes du score de WOMAC au dernier recul sont regroupées dans le Tableau 9.

Score de WOMAC	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
Global	26,0	17,8	0	71
Douleur	5,4	3,5	0	14
Raideur	2,7	2,0	0	8
Fonction	17,9	13,0	0	52

Tableau 9 : Valeurs moyennes du score de WOMAC

La perte de correction angulaire au dernier recul était le seul facteur statistiquement associé à de plus mauvais scores de WOMAC Global ($p = 0,017$). Les autres facteurs étudiés étaient : l'âge, le sexe, l'IMC, l'angle HKA préopératoire, le stade d'Ahlback, le type d'OTV, la survenue d'une complication peropératoire, l'angle HKA postopératoire, la survenue d'une complication postopératoire, l'angle HKA au dernier recul. En ajustant l'analyse multivariée sur la perte de correction et les facteurs proches de la significativité de l'analyse univariée (type d'OTV, angle HKA au dernier recul, complication peropératoire et postopératoire), aucun facteur indépendant n'avait d'influence sur le score de WOMAC Global.

Le score de WOMAC Raideur était de $4,1 \pm 2,1$ après fermeture latérale et de $2,5 \pm 1,9$ après ouverture médiale ($p = 0,0498$).

Le score de WOMAC Douleur était de $7,7 \pm 2,4$ pour les patients hypocorrigés en postopératoire (angle HKA < 180°) et de $5,2 \pm 3,5$ pour patients normo- et hypercorrigés. Cette différence était très proche de la significativité ($p \sim 0,05$).

Mobilités et épanchement articulaire

Les mobilités au dernier recul étaient de $122,2 \pm 9,4^\circ$ (min 100 - max 150).

Un épanchement intra-articulaire était retrouvé pour 7 genoux (6,0%).

Reprise du travail

La reprise du travail a été possible dans 88,2% des cas à un délai moyen de $7,4 \pm 6,2$ mois (min 0,5 - max 36). 9,4% des patients n'ont pas pu reprendre le travail après l'ostéotomie. 2,4% des patients ont pris leur retraite après l'intervention chirurgicale. 67% des patients ont pu reprendre leur travail de manière normale. 21,2% des patients ont été reclassés professionnellement, dont 50% de reclassements d'emblée et 50% de reclassements tardifs. Aucun facteur pronostique n'a été retrouvé quant à la reprise du travail et au délai de reprise du travail, après analyse uni et multivariée.

Score de Tegner

Au dernier recul, le score de Tegner était de $2,9 \pm 1,3$ (min 0 – max 7). Après analyse univariée, l'âge ($p = 0,045$), la survenue d'une fracture de charnière ($p = 0,012$) et la survenue d'une infection postopératoire ($p = 0,031$) étaient significativement associés à un score de Tegner bas. Le score de Tegner diminuait de 0,05 point par année d'âge supplémentaire. Avec un seuil à 50 ans, l'âge devenait un facteur très significatif ($p = 0,005$). Après analyse multivariée ajustée sur les facteurs significatifs de l'analyse univariée, seul l'âge restait un facteur de risque ($p = 0,030$).

Score de Weiss modifié

Les valeurs moyennes des différents items du score de Weiss modifié sont résumées dans la Figure 16. Au dernier recul, les sports les plus pratiqués étaient la randonnée, le vélo et la natation (score > 2). Les sports plus contraignants (tels que la course à pied, le tennis, le ski) étaient moins pratiqués.

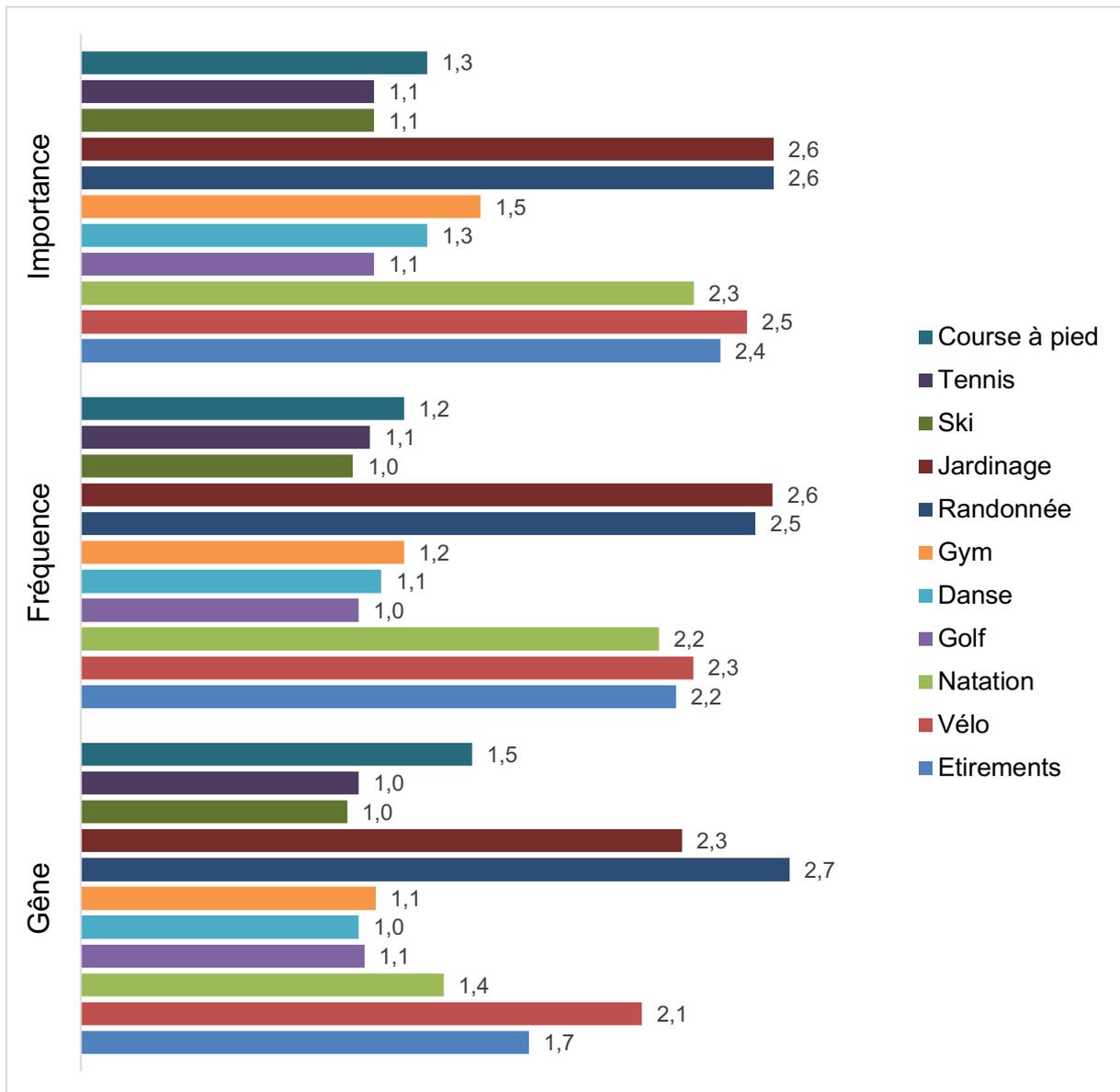


Figure 16 : Résultats du score de Weiss modifié

IV. RÉSULTATS RADIOLOGIQUES

Les valeurs de l'angle HKA postopératoire, la correction obtenue après l'OTV, les résultats des angles HKA et ATm au dernier recul et la perte de correction entre la période postopératoire et le dernier recul sont résumés dans le Tableau 10. Le délai de consolidation moyen était de $4,6 \pm 2,0$ mois (min 2 – max 12).

	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
Angle HKA postopératoire	182,2	3,0	175	188
Correction (postopératoire – préopératoire)	7,8	3,6	1	23
Angle HKA au dernier recul	180,6	3,4	173	188
Angle ATm au dernier recul	91,3	1,5	88	95
Perte de correction angle HKA	1,2	2,4	-3	10

Tableau 10 : Valeurs des angles HKA, ATm et correction et perte de correction (en degrés)

Après analyse uni et multivariée, le sexe masculin ($p = 0,025$) et un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m^2 ($p = 0,023$) étaient les 2 seuls facteurs qui augmentaient la perte de correction de manière significative. La perte de correction moyenne était de $0,6 \pm 2,0^\circ$ pour les femmes et de $1,8 \pm 2,6^\circ$ pour les hommes. Pour un IMC $< 30 \text{ kg/m}^2$, la perte de correction était de $1,0 \pm 2,1^\circ$ et passait à $2,0 \pm 3,2^\circ$ pour un IMC $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. Pour une augmentation d'un point d'IMC, la perte de correction augmentait de $0,1^\circ$.

V. COMPLICATIONS ET REPRISES CHIRURGICALES

À un recul moyen de $7,9 \pm 3,2$ ans, 37 OTV ont été reprises par une PTG (31,6%). Le délai moyen de reprise par PTG était de $6,7 \pm 3,6$ ans (min 1,3 - max 13,0). Une reprise par PTG a été associée à une désostéotomie par ostéotomie tibiale de varisation à l'aide de guide de coupe sur mesure sur un valgus de 6° .

Le taux global de reprises chirurgicales (sans compter les reprises par PTG et les ablations de matériel) était de 9,4%.

Le taux global de complications était de 27,4%.

Pseudarthrose

Cinq OTV se sont compliquées d'une pseudarthrose (4,3%). Aucun facteur parmi l'âge, le sexe, l'IMC, l'angle HKA préopératoire, le stade d'Ahlback, le type d'OTV et le type d'ostéosynthèse, la survenue d'une complication peropératoire (fracture), l'angle HKA postopératoire et la correction de l'angle HKA n'était associé à un risque majoré de pseudarthrose.

Les 5 cas de pseudarthrose (4,3%) ont nécessité une reprise chirurgicale pour cure de pseudarthrose à un délai de $8,4 \pm 2,1$ mois. L'intervention consistait en une

décortication et autogreffe prélevée sur la crête iliaque. La consolidation a été acquise à un délai moyen de $4,7 \pm 2,9$ mois.

Deux de ces 5 OTV ont été reprises par PTG à un délai de $4,7 \pm 0,6$ ans. Il existait une différence significative du délai de reprise par PTG entre le groupe pseudarthrose et le groupe sans pseudarthrose ($p = 0,026$) (Tableau 11).

Ainsi, la survenue d'une pseudarthrose n'était pas liée à une diminution de la survie mais elle était liée à une reprise par PTG plus précoce et était donc un facteur de mauvais pronostic.

	Reprise par PTG (%)	Délai de reprise (années)	<i>p</i>
Pseudarthrose (n = 5)	2 (40%)	$4,7 \pm 0,6$	0,026
Pas de pseudarthrose (n = 112)	35 (31,3%)	$6,7 \pm 3,6$	

Tableau 11 : Délai de reprise par PTG selon la survenue d'une pseudarthrose

Une patiente a présenté des douleurs persistantes en lien avec une pseudarthrose hypertrophique de fibula dans le cadre d'une OTV par fermeture latérale. Une reprise chirurgicale a été réalisée à 23 mois de l'OTV pour résection segmentaire de la pseudarthrose fibulaire et ablation de la lame plaque. L'évolution a été favorable et la patiente a finalement été reprise pour PTG à un recul de 11,4 ans pour dégradation de son compartiment fémoro-tibial médial.

Infection

Cinq ostéotomies (4,3%) se sont compliquées d'une infection postopératoire aiguë. Le germe incriminé était un *Staphylococcus aureus* sensible à la méticilline pour 3 cas, un *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline pour un cas et un *Enterococcus cloacae* pour un cas. Après analyse univariée, aucun des facteurs parmi l'âge, le sexe et l'IMC n'était statistiquement associé à un risque d'infection plus élevé.

Une reprise chirurgicale a été réalisée pour ces 5 infections postopératoires à un délai moyen de $26,0 \pm 9,8$ jours. Le geste a consisté en un lavage sans ablation du matériel d'ostéosynthèse et était suivi d'une antibiothérapie adaptée.

Sur les 5 cas d'infection, trois OTV ont été reprises par PTG pour dégradation du compartiment fémoro-tibial médial à un délai moyen de $7,2 \pm 4,2$ ans. Il n'y avait pas de différence significative du délai avant reprise par PTG entre le groupe infection et le groupe sans infection (Tableau 12).

	Reprise par PTG (%)	Délai de reprise (années)	<i>p</i>
Infection (n = 5)	3 (60%)	7,2 ± 4,2	n.s.
Pas d'infection (n = 112)	34 (30,4%)	6,7 ± 3,6	

Tableau 12 : Délai de reprise par PTG selon la survenue d'une infection (n.s. = non significatif)

Complication vasculaire

Une complication vasculaire peropératoire a été relevée. Il s'agissait d'une lésion de l'artère poplitée qui a été prise en charge par suture directe.

Fractures peropératoires

Seize fractures de charnière (13,7%) et 3 fractures articulaires (2,6%) ont été dénombrées. La correction angulaire était de $10,4 \pm 5,8^\circ$ dans le groupe fracture de charnière contre $7,3 \pm 2,9^\circ$ dans le groupe sans fracture de charnière, cette différence n'était cependant pas significative ($p = 0,08$).

Les taux de complications sont résumés dans le Tableau 13.

Complications	Nombre	Pourcentage
Complications peropératoires		
Fracture de charnière	n = 16	13,7
Fracture articulaire	n = 3	2,6
Complication vasculaire	n = 1	0,9
Complications postopératoires		
Pseudarthrose	n = 5	4,3
Pseudarthrose fibula	n = 1	0,9
Infection	n = 5	4,3
Paralysie SPE	n = 0	0
Syndrome des loges	n = 0	0
Total	n = 30	25,8

Tableau 13 : Complications peropératoires et postopératoires

Ablation de matériel

Une ablation de plaque a été réalisée dans 24 cas (20,5%) pour gêne sur matériel ou en vue d'une reprise par PTG.

DISCUSSION

I. SURVIE

Les résultats de survie des OTV de cette série étaient similaires à ceux retrouvés dans la littérature. En effet, ceux-ci sont variables et vont de 73% (27) à 98,7% (28) à 5 ans, de 75,9% (28) à 91,5% (29) à 8 ans et de 51% (27) à 97% (30) à 10 ans. Les résultats de survie des principales séries de la littérature sont résumés dans le Tableau 14.

Auteur	Étude	Effectif	5 ans	8 ans	10 ans	15 ans	20 ans
Yoon (29)	Base donnée	452 724	91,5%*				
Harris (31)	Méta-analyse	4557	92,4%		84,5%	77,3%	72,3%
Niinimäki (32)	Registre national	3195	89%		73%		
W-Dahl (33)	Registre national	3161			70%		
Khoshbin (34)	Base donnée	2671			67%		
Kim (35)	Méta-analyse	2662	95,1%		91,6%		
Pannell (36)	Base donnée	1576	80%		56%		
Hui (37)	Rétrospective	413	95%		79%	56%	
Duivenvoorden (38)	Rétrospective	412			75-90%		
Flecher (39)	Rétrospective	372	94,8%		92,8%	89,7%	85,1%*
Hernigou (40)	Rétrospective	245	94%		85%	68%	
Van Wulfften (41)	Rétrospective	223			75%	55%	<40%
Dubrana (SOO) (42)	Rétrospective	214	92%		85%		
Efe (43)	Rétrospective	199	93%		84%	68%	
Akizuki (30)	Prospective	159	99,3%*		97,6%*	90,4%	
Gstöttner (44)	Rétrospective	134	94%		80%	65,5%	
Saragaglia (18)	Prospective	124	88,5%		74%		
CHU CAEN	Rétrospective	117	88,7%	77,6%	70,2%		
Keenan (45)	Rétrospective	106	84%		65%	55%	
Naudie (27)	Rétrospective	106	73%‡		51%‡	39%‡	30%‡
Van Raaij (46)	Rétrospective	99			75%		
Bonasia (28)	Prospective	79	98,7%	75,9%‡			
Schuster (47)	Prospective	75			81,7%		
Koshino (48)	Rétrospective	67	97,8%		96,2%	93,2%*	
Tang (49)	Rétrospective	50	89,5%		74,7%	66,9%	

Tableau 14 : Survie des OTV dans la littérature (‡ valeur la plus faible ; * valeur la plus élevée)

Les différences retrouvées dans les caractéristiques démographiques, techniques chirurgicales, effectifs, durées de suivi et dans la méthodologie (prospectif ou rétrospectif) peuvent expliquer la variabilité des résultats de survie dans la littérature. Les principales données démographiques de ces séries sont résumées dans le Tableau 15.

En étudiant la courbe de survie de cette étude, un plateau est retrouvé entre 6 et 10 ans suivi d'une diminution constante de la survie après 10 ans (Figure 11).

Khoshbin et al. (34) avaient constaté cette même diminution de survie après 10 ans dans leur étude de 2671 OTV. Ces données confirment les résultats des travaux de Dimech et al. et Javois et al. (50,51). Malgré de bons résultats à 10 ans, une aggravation des patients à long terme peut être attendue.

Auteur	Étude	Effectif	Année	Type	Recul	Âge	IMC
Yoon (29)	Base SS	452 724	2019	/	/	56,1	/
Harris (31)	Méta	4557	2013	OM+FL+CP ^μ	7,1	53,1	26,7
Niinimäki (32)	Registre	3195	2012	/	10,4	54	/
W-Dahl (33)	Registre	3161	2012	OM+FL+CP	8,7	52	/
Khoshbin (34)	Base SS	2671	2017	/	> 2	46	/
Kim (35)	Méta	2662	2017	OM + FL	/	/	/
Pannell (36)	Base SS	1576	2019	/	4,5	43,9	/
Hui (37)	Rétro	413	2011	FL	12	50	28,3
Duivenvoorden (38)	Rétro	412	2015	OM + FL	9,8	49,2	29,1
Flecher (39)	Rétro	372	2006	FL	18	42	24,9
Hernigou (40)	Rétro	245	2001	OM	10	59	/
Van Wulfften (41)	Rétro	223	2018	4 types*	12	54	27,2
Dubrana (SOO) (42)	Rétro	214	2007	FL + OM	11	59	/
Efe (43)	Rétro	199	2011	FL	9,6	54	28
Akizuki (30)	Prospective	159	2008	FL	14,4	62,9	25,8
Gstöttner (44)	Rétro	134	2008	FL	12,4	54,5	/
Saragaglia (18)	Prospective	124	2011	OM	10,4	53,3	27,1
CHU CAEN	Rétro	117	2020	OM + FL	7,9	54,4	29,9
Keenan (45)	Rétro	106	2019	OM	12	45	/
Naudie (27)	Rétro	106	1999	FL+CP	14	55	/
Van Raaij (46)	Rétro	99	2008	FL	12	49	27
Bonasia (28)	Prospective	79	2014	OM	4,3	54,5	27,6
Schuster (47)	Prospective	75	2018	OM ^μ	10	50,9	27,1
Koshino (48)	Rétro	67	2004	FL	19	59,6	25
Tang (49)	Rétro	50	2005	FL	6,5	49	/

Tableau 15 : Principales données démographiques des séries de la littérature (/ = non connu ; OM = ouverture médiale ; FL = fermeture latérale ; CP = curviplane ; *OM+FL+CP+chevron ; ^μ = microfractures / greffe de chondrocytes / allogreffe méniscale ; SS = système de santé ; recul, âge en années ; IMC en kg/m²)

II. FACTEURS INFLUENÇANT LA SURVIE

Dans la série, un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m², un stade d'Ahlback supérieur à 2 et un angle HKA postopératoire inférieur à 180° étaient des facteurs d'échec des OTV. En ajustant l'analyse sur ces 3 facteurs significatifs, seuls le degré de sévérité de l'arthrose (stade d'Ahlback) et l'angle HKA postopératoire étaient des facteurs indépendants d'échec des OTV. Plusieurs auteurs ont également recherché des facteurs qui pouvaient influencer la survie des OTV.

Les facteurs de risque retrouvés dans la littérature sont résumés dans le Tableau 16.

Auteur	Effectif	Age	Sexe	IMC	Ahlback	HKA pré	HKA post	Type	Raideur	Charnière	Pseudarthrose	Correction
Niinimäki (32)	3195	>50	F	/	/	/	/	/	/	/	/	/
W-Dahl (33)	3161	oui	F	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Khoshbin (34)	2671	oui	F	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Kim (35)	2662	/	/	/	/	/	/	FL	/	/	/	/
Pannell (36)	1576	oui	F	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Hui (37)	413	>50	non	> 25	/	/	/	/	/	/	/	/
Duivenvoorden (38)	412	/	/	/	/	/	/	FL	/	/	/	/
Flecher (39)	372	>50	non	> 30	> 2	non	/	/	/	/	/	/
Van Wulfften (41)	223	>50	F	non	/	non	non	oui	/	/	/	/
Dubrana (SOO) (42)	214	non	non	/	non	non	<183°	non	/	/	/	/
Efe (43)	199	non	non	non	> 2	non	/	/	/	/	/	/
Akizuki (30)	159	non	non	>27,5	non	non	non	/	oui	/	/	/
Gstöttner (44)	134	oui	non	/	/	non	non	/	/	/	/	/
CHU CAEN	117	non	non	≥ 30	> 2	non	<180°	non	non	non	non	non
Keenan (45)	106	>47	F	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Naudie (27)	106	>50	non	< 25	/	non	/	non	oui	/	oui	/
Van Raaij (46)	99	non	F	non	> 1	non	/	/	/	/	/	/
Bonasia (28)	79	>56	non	> 30	oui	non	non	/	oui	/	/	/
Schuster (47)	75	non	non	/	/	/	non	/	/	/	/	/

Tableau 16 : Facteurs de risque d'échec des OTV dans la littérature (/ = non étudié ; FL = fermeture latérale ; KL = Kellgren Lawrence ; âge en années ; IMC en kg/m²)

L'indice de masse corporelle

Dans la littérature, l'IMC est souvent considéré comme facteur de risque de reprise par PTG avec un seuil compris entre 25 et 30 kg/m² (28,30,37,39). Pour Bonasia et al. (28) un IMC supérieur à 30 kg/m² était associé à un risque 10 fois supérieur d'échec après OTV.

L'IMC semble donc être un facteur de risque admis et confirmé par les résultats de la série.

Le stade d'Ahlback

Le degré de sévérité de l'arthrose était un facteur déterminant de la survie des OTV dans la série. La survie moyenne était proche de 12 ans dans le groupe Ahlback 1-2 et inférieure à 10 ans dans le groupe Ahlback 3. Un pincement préopératoire complet de l'interligne fémoro-tibial médial serait donc de mauvais pronostic pour les OTV.

Cette conclusion est cohérente avec ce qui a été retrouvé dans la littérature. Flecher et al. (39) ont montré qu'une arthrose de stade supérieur à 2 (selon Ahlback) était associée à un risque majoré d'échec d'OTV dans une étude rétrospective de 301 OTV à un recul moyen de 18 ans. Van Raaij et al. (46) renaient un stade d'Ahlback limite à 1.

L'angle HKA postopératoire et la correction angulaire

Dans la série, une hypocorrection (angle HKA inférieur à 180°) était un facteur de risque d'échec. La survie moyenne des OTV normo- ou hypercorrigées était proche de 12 ans, tandis qu'elle diminuait à 7,4 ans dans le groupe des OTV hypocorrigées.

Il est généralement admis qu'une hypercorrection peut entraîner l'épuisement de l'OTV par une dégradation arthrosique du compartiment fémoro-tibial latéral (5). Cette hypothèse a été confirmée par une étude biomécanique récente réalisée à partir de modèles informatiques (52). Cette étude montrait qu'une hypercorrection entraînait des contraintes excessives et une cinématique non physiologique du compartiment fémoro-tibial latéral. Par ailleurs, induire un valgus conséquent chez des patients qui présentaient une déformation en varus uni- ou bilatérale parfois importante, pourrait être mal toléré tant sur le plan biomécanique que sur le plan esthétique.

Dans la littérature, l'influence de l'angle HKA postopératoire a peu été étudiée. A 10 ans de recul, Odenbring et al. (53) retrouvaient de meilleurs résultats pour les patients normo- ou hypercorrigés. Dans la série de la SOO de 2007, Dubrana et al. (42) ont

montré qu'un angle HKA inférieur à 183° était un facteur de mauvais pronostic. Il semblerait donc que l'hypocorrection soit un facteur délétère et à éviter. D'autres auteurs, ont montré que la survie était augmentée pour des corrections plus importantes. Flecher et al. (39) ont conclu qu'un valgus postopératoire de plus de 6° était un facteur favorable sur la survie des OTV.

Dans ce travail, les survies étaient similaires pour les OTV corrigées entre 0 et 3°, entre 3 et 6° et à plus de 6° de valgus. En revanche, l'angle HKA visé doit être absolument supérieur ou égal à 180°. Cependant, il n'est pas possible de conclure à un effet protecteur d'une correction située entre 0 et 3°, entre 3 et 6° ou de plus de 6°. Il semble donc raisonnable, en prenant en compte les erreurs de précision, de viser un angle HKA postopératoire de 183°.

L'âge

L'âge n'était pas un facteur prédictif d'échec des OTV dans cette série.

Pour certains auteurs, l'âge n'est pas un facteur déterminant de la survie des OTV (30,43,46,47). Cependant, de nombreuses études ont montré que le risque de reprise par PTG augmentait avec l'âge. La limite est variable, mais se situe le plus souvent entre 50 et 60 ans. La limite de 50 ans est retenue dans plusieurs articles (27,32,37,39,41). Bonasia et al. (28) ont montré que le risque d'échec des OTV était 5 fois supérieur chez les patients de plus de 56 ans. Selon Pannell et al. (36) le risque de reprise par PTG augmenterait de 8% par année supplémentaire.

L'âge était le facteur non significatif dont la valeur de p était la plus basse dans ce travail. Il semblerait donc que l'âge soit un facteur péjoratif (mais pas prépondérant) dans le pronostic des OTV.

Le sexe

Aucune différence significative en terme de survie n'a été retrouvée entre les hommes et les femmes.

Les résultats de la littérature sont divisés sur cette question. Plusieurs études, notamment des cohortes prospectives (28,30,47) et des séries rétrospectives d'effectif et de recul important (37,39,43,44) ont montré que le sexe n'était pas un facteur prédictif de la survie des OTV. Au contraire, pour certains auteurs, le sexe féminin est un facteur de risque d'échec d'OTV (32–34,41,45,46). Dans une étude de base de

données californienne, Pannell et al. (36) concluaient que le sexe féminin était associé à une augmentation de 38% du risque de reprise par PTG.

L'étiologie et les antécédents

L'étiologie (essentielle ou secondaire) de la gonarthrose n'était pas un facteur influençant la survie des OTV dans cette série.

Ceci concorde avec les résultats des études de Bonasia et al. (28) et Efe et al. (43) qui retrouvaient que les antécédents chirurgicaux du genou concerné, notamment méniscectomie, n'étaient pas des facteurs de risque d'échec. Khosbin et al. (34) retrouvaient quant à eux qu'un antécédent de méniscectomie était un facteur péjoratif sur la survie des OTV dans une étude sur base de données canadienne.

Il est important de noter que dans cette étude, les gonarthroses post-traumatiques ainsi que les antécédents de rupture du ligament croisé antérieur (LCA) avaient été exclues. Dans leur étude, Hui et al. ont conclu qu'un antécédent de fracture était un facteur associé à un risque statistiquement plus important d'échec (37).

L'activité professionnelle

Le type d'activité professionnelle n'était pas un facteur qui influençait la survie des OTV de cette série.

Dans la littérature, il n'a pas été retrouvé d'article étudiant l'influence de ce facteur socio-professionnel sur la survie des OTV.

Mobilités / raideur

Les mobilités et plus particulièrement une raideur préopératoire n'étaient pas un facteur de risque d'échec dans cette étude. Néanmoins, il est important de noter que moins de 2% des patients de la série présentaient des mobilités inférieures à 100°.

A contrario, certains auteurs ont retrouvé qu'une limitation des amplitudes articulaires préopératoires en dessous de 100 à 120°, était associée à un risque d'échec plus élevé (27,28,30).

L'angle HKA préopératoire et la composante articulaire de la déformation

Le degré de déformation préopératoire ainsi que la composante articulaire de la déformation n'étaient pas des facteurs influençant la survie des OTV de la série.

Ce résultat est similaire à ceux retrouvés dans la littérature (28,30,39,41,43,44,46).

Le type d'OTV et d'ostéosynthèse

Dans cette étude, le type d'ostéotomie (ouverture médiale ou fermeture latérale) ainsi que le matériel d'ostéosynthèse (plaque verrouillée ou lame-plaque) n'influençaient pas les résultats de survie des OTV. Cependant les effectifs étaient très différents entre le groupe ouverture médiale (n = 101) et fermeture latérale (n = 16).

Dans leur méta-analyse, Kim et al. (35) ont inclus les résultats de 23 études afin de comparer la survie d'OTV de fermeture latérale et d'ouverture médiale. Il n'y avait pas de différence de survie à 5 ans, en revanche la probabilité de survie était statistiquement supérieure pour les ouvertures médiales à un recul de 10 ans. Dans une étude comparative, Duivenvoorden et al. (38) retrouvaient une différence significative en terme de survie à 10 ans selon le type d'OTV réalisée avec une probabilité de survie à 10 ans de 90% pour les ouvertures médiales contre 75% pour les fermetures latérales.

Malgré les résultats de la série présentée ici, il semblerait que l'ouverture médiale soit un facteur de bon pronostic de la survie des OTV.

La fracture peropératoire

La survenue d'une fracture peropératoire (fracture de charnière ou fracture articulaire) n'était pas associée à un risque majoré d'échec de l'OTV.

Ce facteur n'a pas été étudié dans la littérature et son influence sur la survie des OTV reste incertaine.

Complications postopératoires

La pseudarthrose ou l'infection postopératoire ne majoraient pas le risque de reprise par PTG dans cette étude. En revanche, le délai de reprise par PTG était significativement inférieur pour les OTV qui s'étaient compliquées d'une pseudarthrose. La survenue d'une pseudarthrose semble donc être un facteur de mauvais pronostic des OTV. L'infection n'était pas associée à un risque de reprise précoce par PTG.

L'influence des complications sur la survie des OTV a été très peu étudiée dans la littérature. Dans une étude rétrospective à un recul de 10 ans minimum, Naudie et al. (27) concluaient que la survenue d'une pseudarthrose était significativement associée à un risque d'échec plus important.

III. RÉSULTATS CLINIQUES

Score de WOMAC

Le score de WOMAC Global était de $26,0 \pm 17,1$ au dernier recul dans la série (recul $7,9 \pm 3,2$ ans).

Dans la littérature, les résultats du score de WOMAC Global sont variables d'une étude à l'autre. Ceci semble provenir des différences de recul moyen de chaque étude. Une tendance à la dégradation des résultats de ce score est retrouvée dans les séries ayant un recul important. Dans leur étude, Huizinga et al. (54) retrouvaient un score de WOMAC Global moyen à 24,5 à un recul de 5,2 ans. Après un recul moyen de 16,5 ans, Schallberger et al. (55) retrouvaient un score de WOMAC Global moyen à 84.

Dans cette étude, seule la perte de correction finale de l'angle HKA était liée à de plus mauvais résultats du score de WOMAC Global. Pour un degré de perte de correction supplémentaire, le score diminuait de 1,8 point.

Howells et al. (56) ont conclu que seul l'âge était un facteur qui influençait le score de WOMAC. Plus l'âge augmentait, plus le score était mauvais.

Reprise du travail

La reprise du travail a été possible pour 88,2% des patients actifs en préopératoire de cette série. Le délai moyen de reprise était de $7,4 \pm 6,2$ mois.

Ces résultats sont inférieurs à ceux retrouvés dans la littérature. Cependant les cohortes de la littérature étaient composées de patients plus jeunes. Saier et al. (57) retrouvaient un taux de 90% de reprise du travail à un délai moyen de $5,2 \pm 5,1$ mois. Les patients de leur série étaient âgés de 45,5 ans en moyenne. De manière similaire, Faschingbauer et al. (58) ont retrouvé un taux de 92,3% de retour au travail pour un délai de $3,8 \pm 3,6$ mois, chez des patients de 42 ans en moyenne.

Pratique sportive

Le score de Tegner au dernier recul était de $2,9 \pm 1,3$ dans la série.

Ces résultats sont similaires voire légèrement inférieurs à ceux retrouvés dans la littérature avec des scores entre 3 et 6,55 (17,41,59–61). Cependant les différences en terme de population et de recul dans la littérature limitent l'interprétation et l'applicabilité clinique de ces résultats. La différence entre le score de Tegner préopératoire et le score relevé au dernier recul est variable selon les publications.

Salzmann et al. (59) et Hoorntje et al. (61) retrouvaient une diminution significative de ce score au dernier recul, tandis que Saragaglia et al. (60) ne retrouvaient pas de modification significative du score à un recul de 5,75 ans. Dans leur étude, Bastard et al. (17) montraient une stabilité du score de Tegner en pré- et postopératoire associée à une amélioration significative de la qualité de vie quantifiée par le test SF-36.

Dans ce travail, l'âge et la survenue d'une fracture de charnière ou d'une infection étaient des facteurs de mauvais pronostic du score de Tegner.

Le lien entre la survenue d'une complication per- ou postopératoire n'a pas été étudié dans la littérature. Hoorntje et al. (61) ont étudié les facteurs de bon pronostic de retour au sport après OTV. Parmi l'IMC, la taille de l'ouverture et la pratique sportive dans l'année qui précédait la chirurgie, seule la pratique d'un sport ou plus dans l'année avant l'intervention était un facteur de bon pronostic de retour au sport.

Dans cette étude, le score de Weiss modifié montrait une pratique préférentielle des sports sans impact et sans pivot. En effet, les sports les plus pratiqués au dernier recul étaient le vélo, la natation, la randonnée et les étirements.

Cette constatation est cohérente avec celles de Liu et al. (62) qui montraient qu'à un recul de 9 ans après OTV, les sports les plus pratiqués étaient le vélo, le golf, l'haltérophilie et la natation.

IV. RÉSULTATS RADIOLOGIQUES

Objectif HKA postopératoire

L'angle HKA postopératoire était de $182,2 \pm 3,0^\circ$. Un angle HKA postopératoire inférieur à 180° était un facteur de mauvais pronostic pour la survie des OTV et la survie des OTV était similaire pour un valgus postopératoire situé entre 0 et 3° ou entre 3 et 6° ou supérieur à 6° . Parallèlement, les scores de WOMAC Douleur étaient inférieurs dans le groupe hypocorrigé, cette différence était très proche de la significativité.

En France, le symposium de la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (SOFOT) de 1991 (63) préconisait plutôt une hypercorrection modérée avec un objectif de 3 à 6° . Cet objectif a ensuite été repris par de nombreux auteurs (39,40). Certains auteurs ont préconisé des corrections angulaires plus importantes (64,65). Cependant la majorité de ces études portaient sur les résultats

d'OTV ostéosynthésées par plaque non verrouillée et les pertes de correction étaient fréquentes. Depuis l'apparition des plaques verrouillées, les résultats et leur interprétation en fonction des corrections angulaires ont changé. En 2018, Schuster et al. (47) publient les premiers résultats à long terme d'une série de 79 OTV fixées par plaque verrouillée. Ils retrouvaient de bons résultats de survie malgré une relative normocorrection de leurs OTV (angle HKA postopératoire $180,6 \pm 2,7^\circ$). Par ailleurs, un angle ATm postopératoire supérieur à 95° était significativement associé à de mauvais résultats du score *International Knee Documentation Committee* (IKDC) subjectif. La même année, Akamatsu et al. (66) ont montré qu'avec un angle tibial mécanique postopératoire ATm supérieur à 95° , l'obliquité de l'interligne articulaire était significativement majorée et les résultats fonctionnels étaient moins bons (score Genou de l'AKSS et score Sport et Loisirs du Score *Knee injury Osteoarthritis Outcome* [KOOS]). Il semble donc que des modifications majeures de l'anatomie du tibia (angle ATm supérieur à 95°) soient cliniquement mal tolérées.

Par ailleurs, il serait préférable d'éviter un valgus tibial supérieur à 5° qui entraînerait une modification majeure de l'anatomie du tibia proximal mal tolérée cliniquement et qui rendrait complexe la future PTG (67).

Ainsi, il semble raisonnable de chercher à obtenir un angle HKA postopératoire de 183° .

Perte de correction

A un recul moyen de $7,9 \pm 3,2$ ans, une faible perte de correction angulaire de $1,2 \pm 2,4^\circ$ était retrouvée. Les facteurs associés à une perte de correction importante étaient le sexe masculin et un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m^2 .

En 2009, Miller et al. (68) ont retrouvé un lien statistique entre l'IMC et la perte de correction à un recul d'un an. Plus récemment, Giuseffi et al. (69) concluaient que le sexe féminin était associé à un risque statistiquement plus élevé de perte de correction, tandis que l'IMC n'influçait pas la perte de correction.

Plusieurs auteurs ont montré une perte de correction significativement inférieure des OTV fixées par plaque verrouillée en comparaison à des plaques non verrouillées (70–73). Dans cette étude, le type de matériel d'ostéosynthèse n'était pas un facteur pronostic de la perte de correction, cependant la cohorte comprenait une grande majorité de fixation par plaque verrouillée (92,3%).

Certains auteurs ont montré le lien entre la survenue d'une fracture de charnière et la perte de correction (46,74). Dans cette série, aucun lien entre la perte de correction au dernier recul et la survenue d'une fracture de charnière n'a été retrouvé, mais l'utilisation très majoritaire de plaques verrouillées est un potentiel biais.

Il semblerait donc que la perte de correction des OTV au long cours soit multifactorielle. Quatre cadres étiologiques peuvent être dégagés : l'IMC, le mode de fixation, la survenue d'une fracture de charnière et l'évolution naturelle de l'OTV.

V. COMPLICATIONS ET REPRISES CHIRURGICALES

Complications

Le taux global de complication retrouvé était de 27,4%. Dans la littérature, ce taux varie de 18,8% pour Chae et al. (75) à 36,9% pour Miller et al. (68).

La fracture de charnière était survenue dans 13,7% des cas dans l'étude. Le taux de survenue de cette fracture dans la littérature se situe entre 15 et 25% (76–78). Giuseffi et al. (69) a montré une relation statistique entre la survenue d'une fracture de charnière et une révision pour pseudarthrose et/ou perte de correction. Récemment, Song et al. (79) ont conclu que la fracture de charnière entraînait un délai de consolidation significativement plus long mais n'avait pas d'influence sur la correction angulaire et les résultats cliniques à 1 an.

Dans l'étude, le degré de correction postopératoire n'était pas un facteur significativement lié à la survenue d'une fracture de charnière. Des résultats discordants sont retrouvés dans la littérature : Nelissen et al. (80) ne trouvaient pas de lien entre la hauteur de la cale utilisée et la survenue d'une fracture de charnière, tandis que Seo et al. (81) montraient un risque majoré de fracture de charnière pour des ouvertures supérieures à 11mm. En 2011, Chae et al. (75) décrivaient une « zone de sécurité » située sur la corticale tibiale latérale vers laquelle l'ostéotomie devrait se diriger afin de prévenir le risque de fracture de charnière. Elle commence 0,8 cm sous l'interligne et descend jusqu'au centre de la tête de la fibula (Figure 17).



Figure 17 : « Zone de sécurité » du trait d'ostéotomie (d'après Chae et al. (75))

Dans une étude cadavérique, Han et al. (82) ne retrouvaient aucune fracture de charnière lorsque l'ostéotomie était dirigée vers cette zone. Il semblerait que la capsule articulaire et le périoste situés dans cette zone soient à l'origine d'une certaine stabilité qui réduirait le risque de fracture de charnière.

Une pseudarthrose a compliqué 4,3% des OTV de cette série. Des taux similaires sont retrouvés dans la littérature (83,84).

Aucun facteur de risque de pseudarthrose n'a été retrouvé dans la série. Certains auteurs considèrent que le tabac est un facteur de risque de pseudarthrose (81,85,86). Pour Meidinger et al. (85), un IMC élevé et la survenue d'une fracture de charnière étaient également des facteurs de risque de retard de consolidation.

Un taux d'infection de 4,3% a été retrouvé dans la série. Les taux d'infection de la littérature sont variables et oscillent entre 0,5% (87) et 7,3% (88).

Aucun facteur de risque d'infection n'a pas été mis en évidence dans cette série.

VI. LIMITES

Cette étude possède de nombreuses limites. Tout d'abord, son caractère rétrospectif associé au nombre important de perdus de vue (environ 20%). Cette proportion importante de patients perdus de vue peut être liée aux caractéristiques de la population qui était relativement jeune, avec des patients professionnellement actifs qui ont pu déménager et changer de région, et certains patients qui ont refusé le suivi au dernier recul par manque de temps.

Le choix de définir l'échec et la survie des OTV par la reprise par PTG est discutable. En effet, des patients qui n'ont pas été repris par PTG pour différentes raisons, peuvent être insatisfaits de leur OTV et présenter de mauvais résultats cliniques. Cependant c'est le critère le plus souvent défini dans la littérature. Bien que de nombreux facteurs pouvant influencer la survie des OTV, aient été étudiés dans la série, le tabac ne faisait pas partie des facteurs de risque pris en compte.

La reprise du sport n'a pas été évaluée de manière rigoureuse, car le score de Tegner et de Weiss modifié permettent d'évaluer l'activité physique pratiquée au dernier recul mais n'a pas permis de définir un délai de retour au sport et de comparer les sports pratiqués avant et après l'intervention chirurgicale. Certaines données radiographiques postopératoires n'ont pas été recueillies notamment la hauteur patellaire et la pente tibiale, ainsi que l'inégalité de longueur des membres inférieurs. L'influence de ces caractéristiques radiographiques sur les résultats des OTV n'a donc pas pu être étudiée.

CONCLUSION

Cette étude a montré que l'ostéotomie tibiale de valgisation est une solution chirurgicale conservatrice qui permet de repousser l'échéance d'une arthroplastie totale de genou, d'obtenir de bons résultats fonctionnels ainsi qu'une reprise d'activité professionnelle et sportive chez des patients actifs.

Avec un taux de survie de 70% à 10 ans, ce travail démontre qu'il est raisonnable de proposer une OTV à un patient jeune, actif, présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale modérée avec un pincement incomplet de l'interligne articulaire et ne présentant pas d'obésité. L'hypocorrection (angle HKA postopératoire inférieur à 180°), une modification majeure de l'anatomie du tibia proximal ainsi que la survenue d'une pseudarthrose sont à proscrire absolument.

Il serait intéressant d'évaluer d'autres facteurs de risque potentiels d'échec des OTV et de poursuivre l'évaluation à plus long terme de ces OTV.

BIBLIOGRAPHIE

1. Merle d'Aubigné R, Ramadier JO, Vantloutte H. Arthrose du genou et surcharge articulaire. *Acta Orthop Belg.* 1961;27:365–375.
2. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47(5):984–990.
3. Coventry MB. Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis: indications, operative technique, and results. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55(1):23–48.
4. Debeyre J, Artigou JM. Résultats à distance de 260 ostéotomies tibiales pour déviations frontales du genou. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1972;58(335–339):1997.
5. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(3):332–54.
6. Maquet P. Pathogénie de la gonarthrose. *Acta Orthop Belg.* 1982;48(1):42.
7. Blaimont P, Burnotte J, Halleux P. Prearthrosis of the knee. Pathogeny, biomechanics, and preventive treatment. *Acta Orthop Belg.* 1975;41(2):177–200.
8. Thomine JM, Boudjemaa A, Gibon Y, Biga N. Varizing axial distances in osteoarthritis of the knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1981;67(3):319–27.
9. Lerat JL. Ostéotomies dans la gonarthrose. *Cah Enseign SOFCOT.* 2000;73:165–201.
10. Jackson JP, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 1961;43-B:746–51.
11. Perusi M, Baietta D, Pizzoli A. [Surgical correction of osteoarthritic genu varum by the hemicallotaxis technique]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1994;80(8):739–43.
12. Papp M, Róde L, Fegyverneki S, Kazai S. Short- and mid-term results after combined high tibial osteotomy. *Orthopedics.* 2006;29(11):1014–20.
13. Chiba K, Yonekura A, Miyamoto T, Osaki M, Chiba G. Tibial condylar valgus osteotomy (TCVO) for osteoarthritis of the knee: 5-year clinical and radiological results. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(3):303–10.
14. Heyse TJ, Khefacha A, Peersman G, Cartier P. Survivorship of UKA in the middle-aged. *The Knee.* 2012;19(5):585–91.
15. Wright J, Heck D, Hawker G, Dittus R, Freund D, Joyce D, et al. Rates of tibial osteotomies in Canada and the United States. *Clin Orthop.* 1995;(319):266–75.
16. Nwachukwu BU, McCormick FM, Schairer WW, Frank RM, Provencher MT, Roche MW. Unicompartmental knee arthroplasty versus high tibial osteotomy: United States practice patterns for the surgical treatment of unicompartmental arthritis. *J Arthroplasty.* 2014;29(8):1586–9.
17. Bastard C, Mirouse G, Potage D, Silbert H, Roubineau F, Hernigou P, et al. Return to sports and quality of life after high tibial osteotomy in patients under 60 years of age. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2017;103(8):1189–91.
18. Saragaglia D, Blaysat M, Inman D, Mercier N. Outcome of opening wedge high tibial osteotomy augmented with a Biosorb® wedge and fixed with a plate and screws in 124 patients with a mean of ten years follow-up. *Int Orthop.* 2011;35(8):1151–6.
19. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1968;Suppl 277:7-72.
20. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.* 1988;15(12):1833–40.
21. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin*

- Orthop. 1985;(198):43–9.
22. Weiss JM, Noble PC, Conditt MA, Kohl HW, Roberts S, Cook KF, et al. What functional activities are important to patients with knee replacements? *Clin Orthop*. 2002;(404):172–88.
 23. Hulet, C. Les prothèses totales de genou dans les grandes déviations axiales. In: *Annales orthopédiques de l'Ouest*. 2004. p. 253–292.
 24. Dejour H. Instability and osteoarthritis. *Knee Surg*. 1994;859–876.
 25. Hernigou P, Ovadia H, Goutallier D. Mathematical modelling of open-wedge tibial osteotomy and correction tables. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1992;78(4):258–63.
 26. Chernchujit B, Tharakulphan S, Prasertia R, Chantarapanich N, Jirawison C, Sitthiseripratip K. Preoperative planning of medial opening wedge high tibial osteotomy using 3D computer-aided design weight-bearing simulated guidance: Technique and preliminary result. *J Orthop Surg Hong Kong*. 2019;27(1):2309499019831455.
 27. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. The Insall Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to -22-year followup study. *Clin Orthop*. 1999;(367):18–27.
 28. Bonasia DE, Dettoni F, Sito G, Blonna D, Marmotti A, Bruzzone M, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors. *Am J Sports Med*. 2014;42(3):690–8.
 29. Yoon J-R, Ko S-N, Jung K-Y, Lee Y, Park J-O, Shin Y-S. Risk of Revision Following Total Knee Arthroplasty or High Tibial Osteotomy: A Nationwide Propensity-Score-Matched Study. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(9):771–8.
 30. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H. The long-term outcome of high tibial osteotomy: a ten- to 20-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(5):592–6.
 31. Harris JD, McNeilan R, Siston RA, Flanigan DC. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction. *The Knee*. 2013;20(3):154–61.
 32. Niinimäki TT, Eskelinen A, Mann BS, Junnila M, Ohtonen P, Leppilahti J. Survivorship of high tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee: Finnish registry-based study of 3195 knees. *J Bone Joint Surg Br*. 2012;94(11):1517–21.
 33. W-Dahl A, Robertsson O, Lohmander LS. High tibial osteotomy in Sweden, 1998-2007: a population-based study of the use and rate of revision to knee arthroplasty. *Acta Orthop*. 2012;83(3):244–8.
 34. Khoshbin A, Sheth U, Ogilvie-Harris D, Mahomed N, Jenkinson R, Gandhi R, et al. The effect of patient, provider and surgical factors on survivorship of high tibial osteotomy to total knee arthroplasty: a population-based study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(3):887–94.
 35. Kim J-H, Kim H-J, Lee D-H. Survival of opening versus closing wedge high tibial osteotomy: A meta-analysis. *Sci Rep*. 2017;7(1):7296.
 36. Pannell WC, Heidari KS, Mayer EN, Zimmerman K, Heckmann N, McKnight B, et al. High Tibial Osteotomy Survivorship: A Population-Based Study. *Orthop J Sports Med*. 2019;7(12):2325967119890693.
 37. Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, et al. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med*. 2011;39(1):64–70.
 38. Duivenvoorden T, van Diggele P, Reijman M, Bos PK, van Egmond J, Bierma-Zeinstra SMA, et al. Adverse events and survival after closing- and opening-wedge high tibial osteotomy: a comparative study of 412 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.

2017;25(3):895–901.

39. Flecher X, Parratte S, Aubaniac J-M, Argenson J-NA. A 12-28-year followup study of closing wedge high tibial osteotomy. *Clin Orthop*. 2006;452:91–6.
40. Hernigou P, Ma W. Open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. *The Knee*. 2001;8(2):103–10.
41. van Wulfften Palthe AFY, Clement ND, Temmerman OPP, Burger BJ. Survival and functional outcome of high tibial osteotomy for medial knee osteoarthritis: a 10-20-year cohort study. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2018;28(7):1381–9.
42. Dubrana F, Lecerf G, Nguyen-Khanh J-P, Menard R, Ardouin L, Gibon Y, et al. Ostéotomie tibiale de valgisation. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 2008;94(4, Supplement):2–21.
43. Efe T, Ahmed G, Heyse TJ, Boudriot U, Timmesfeld N, Fuchs-Winkelmann S, et al. Closing-wedge high tibial osteotomy: survival and risk factor analysis at long-term follow up. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:46.
44. Gstöttner M, Michaela G, Pedross F, Florian P, Liebensteiner M, Michael L, et al. Long-term outcome after high tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(1):111–5.
45. Keenan OJF, Clement ND, Nutton R, Keating JF. Older age and female gender are independent predictors of early conversion to total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *The Knee*. 2019;26(1):207–12.
46. van Raaij T, Reijman M, Brouwer RW, Jakma TS, Verhaar JN. Survival of closing-wedge high tibial osteotomy: good outcome in men with low-grade osteoarthritis after 10-16 years. *Acta Orthop*. 2008;79(2):230–4.
47. Schuster P, Geßlein M, Schlumberger M, Mayer P, Mayr R, Oremek D, et al. Ten-Year Results of Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy and Chondral Resurfacing in Severe Medial Osteoarthritis and Varus Malalignment. *Am J Sports Med*. 2018;46(6):1362–70.
48. Koshino T, Yoshida T, Ara Y, Saito I, Saito T. Fifteen to twenty-eight years' follow-up results of high tibial valgus osteotomy for osteoarthritic knee. *The Knee*. 2004;11(6):439–44.
49. Tang WC, Henderson IJP. High tibial osteotomy: long term survival analysis and patients' perspective. *The Knee*. 2005;12(6):410–3.
50. Dimech C. L'ostéotomie tibiale de valgisation dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale interne : étude d'une série de 108 cas d'ostéotomie de fermeture externe [Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine]. Université de Caen. 1993;
51. Javois C. Prothèse totale de genou après ostéotomie tibiale de valgisation pour gonarthrose : Etude comparative de deux groupes de 45 prothèses Jade de première intention et après ostéotomie [Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine]. Université de Caen. 2002;
52. Kuriyama S, Watanabe M, Nakamura S, Nishitani K, Sekiguchi K, Tanaka Y, et al. Classical target coronal alignment in high tibial osteotomy demonstrates validity in terms of knee kinematics and kinetics in a computer model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(5):1568–78.
53. Odenbring S, Egund N, Hagstedt B, Larsson J, Lindstrand A, Toksvig-Larsen S. Ten-year results of tibial osteotomy for medial gonarthrosis. The influence of overcorrection. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1991;110(2):103–8.
54. Huizinga MR, Gorter J, Demmer A, Bierma-Zeinstra SMA, Brouwer RW. Progression of medial compartmental osteoarthritis 2-8 years after lateral closing-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(12):3679–86.
55. Schallberger A, Jacobi M, Wahl P, Maestretti G, Jakob RP. High tibial valgus

- osteotomy in unicompartmental medial osteoarthritis of the knee: a retrospective follow-up study over 13-21 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(1):122–7.
56. Howells NR, Salmon L, Waller A, Scanelli J, Pinczewski LA. The outcome at ten years of lateral closing-wedge high tibial osteotomy: determinants of survival and functional outcome. *Bone Jt J.* 2014;96-B(11):1491–7.
 57. Saier T, Minzlaff P, Feucht MJ, Lämmle L, Burghoff M, Ihle C, et al. Health-related quality of life after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(3):934–42.
 58. Faschingbauer M, Nelitz M, Urlaub S, Reichel H, Dornacher D. Return to work and sporting activities after high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2015;39(8):1527–34.
 59. Salzmann GM, Ahrens P, Naal FD, El-Azab H, Spang JT, Imhoff AB, et al. Sporting activity after high tibial osteotomy for the treatment of medial compartment knee osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2009;37(2):312–8.
 60. Saragaglia D, Rouchy R-C, Krayan A, Refaie R. Return to sports after valgus osteotomy of the knee joint in patients with medial unicompartmental osteoarthritis. *Int Orthop.* 2014;38(10):2109–14.
 61. Hoorntje A, Kuijer PPFM, van Ginneken BT, Koenraadt KLM, van Geenen RCI, Kerkhoffs GMMJ, et al. Prognostic Factors for Return to Sport After High Tibial Osteotomy: A Directed Acyclic Graph Approach. *Am J Sports Med.* 2019;47(8):1854–62.
 62. Liu JN, Agarwalla A, Garcia GH, Christian DR, Redondo ML, Yanke AB, et al. Return to sport following isolated opening wedge high tibial osteotomy. *The Knee.* 2019;26(6):1306–12.
 63. Segal P, Burdin P, Vielpeau C, Zaiour W, Cartier P, Deprey F, et al. Les échecs des ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose et leurs reprises. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot.* 1992;78 (Suppl 1 (Symposium SOFCOT))(1):85–128.
 64. Yasuda K, Majima T, Tsuchida T, Kaneda K. A ten- to 15-year follow-up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthrosis. *Clin Orthop.* 1992;(282):186–95.
 65. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):196–201.
 66. Akamatsu Y, Kumagai K, Kobayashi H, Tsuji M, Saito T. Effect of Increased Coronal Inclination of the Tibial Plateau After Opening-Wedge High Tibial Osteotomy. *Arthroscopy.* 2018;34(7):2158-2169.e2.
 67. Neyret P, Deroche P, Deschamps G, Dejour H. Prothèse totale du genou après ostéotomie tibiale de valgisation Problèmes techniques. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot.* 1992;77:438–48.
 68. Miller BS, Downie B, McDonough EB, Wojtys EM. Complications After Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2009;25(6):639–46.
 69. Giuseffi SA, Replogle WH, Shelton WR. Opening-Wedge High Tibial Osteotomy: Review of 100 Consecutive Cases. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2015;31(11):2128–37.
 70. Kim MK, Ha JK, Lee DW, Nam SW, Kim JG, Lee YS. No correction angle loss with stable plates in open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(7):1999–2006.
 71. Maffulli N, Loppini M, Longo UG, Denaro V, Oliva F. Bovine xenograft locking Puddu plate versus tricalcium phosphate spacer non-locking Puddu plate in opening-wedge high tibial osteotomy: a prospective double-cohort study. *Int Orthop.* 2013;37(5):819–26.
 72. Han JH, Kim HJ, Song JG, Yang JH, Nakamura R, Shah D, et al. Locking plate versus non-locking plate in open-wedge high tibial osteotomy: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(3):808–16.
 73. Jung W-H, Chun C-W, Lee J-H, Ha J-H, Kim J-H, Jeong J-H. Comparative study of

- medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy*. 2013;29(6):1063–71.
74. Gouin F, Yaouanc F, Waast D, Melchior B, Delecrin J, Passuti N. Open wedge high tibial osteotomies: Calcium-phosphate ceramic spacer versus autologous bonegraft. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2010;96(6):637–45.
75. Chae DJ, Shetty GM, Wang KH, Montalban ASC, Kim JI, Nha KW. Early complications of medial opening wedge high tibial osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft and T-plate fixation. *The Knee*. 2011;18(4):278–84.
76. Han S-B, In Y, Oh KJ, Song KY, Yun ST, Jang K-M. Complications Associated With Medial Opening-Wedge High Tibial Osteotomy Using a Locking Plate: A Multicenter Study. *J Arthroplasty*. 2019;34(3):439–45.
77. Takeuchi R, Ishikawa H, Kumagai K, Yamaguchi Y, Chiba N, Akamatsu Y, et al. Fractures around the lateral cortical hinge after a medial opening-wedge high tibial osteotomy: a new classification of lateral hinge fracture. *Arthroscopy*. 2012;28(1):85–94.
78. Martin R, Birmingham TB, Willits K, Litchfield R, LeBel M-E, Giffin JR. Adverse Event Rates and Classifications in Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *Am J Sports Med*. 2014;42(5):1118–26.
79. Song KY, Koh IJ, Kim MS, Choi NY, Jeong JH, In Y. Early experience of lateral hinge fracture during medial opening-wedge high tibial osteotomy: incidence and clinical outcomes. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140(2):161–9.
80. Nelissen EM, van Langelaan EJ, Nelissen RGHH. Stability of medial opening wedge high tibial osteotomy: a failure analysis. *Int Orthop*. 2010;34(2):217–23.
81. Seo S-S, Kim O-G, Seo J-H, Kim D-H, Kim Y-G, Lee and I-S. Complications and Short-Term Outcomes of Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy Using a Locking Plate for Medial Osteoarthritis of the Knee. *Knee Surg Relat Res*. 2016;28(4):289–96.
82. Han SB, Lee DH, Shetty GM, Chae DJ, Song JG, Nha KW. A “safe zone” in medial open-wedge high tibia osteotomy to prevent lateral cortex fracture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(1):90–5.
83. Hoell S, Suttmoeller J, Stoll V, Fuchs S, Gosheger G. The high tibial osteotomy, open versus closed wedge, a comparison of methods in 108 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(9):638–43.
84. Woodacre T, Ricketts M, Evans JT, Pavlou G, Schranz P, Hockings M, et al. Complications associated with opening wedge high tibial osteotomy — A review of the literature and of 15years of experience. *The Knee*. 2016;23(2):276–82.
85. Meidinger G, Imhoff AB, Paul J, Kirchhoff C, Sauerschnig M, Hinterwimmer S. May smokers and overweight patients be treated with a medial open-wedge HTO? Risk factors for non-union. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(3):333–9.
86. van Houten AH, Heesterbeek PJC, van Heerwaarden RJ, van Tienen TG, Wymenga AB. Medial open wedge high tibial osteotomy: can delayed or nonunion be predicted? *Clin Orthop*. 2014;472(4):1217–23.
87. Song EK, Seon JK, Park SJ, Jeong MS. The complications of high tibial osteotomy: closing- versus opening-wedge methods. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(9):1245–52.
88. Osti M, Gohm A, Schlick B, Benedetto KP. Complication rate following high tibial open-wedge osteotomy with spacer plates for incipient osteoarthritis of the knee with varus malalignment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(7):1943–8.

ANNEXES

Annexe 1 : Score de WOMAC

Score de WOMAC

Le WOMAC est l'index validé dans l'évaluation d'une arthrose des membres inférieurs. 5 réponses possibles : nulle = 0 ; minime = 1 ; modérée = 2 ; sévère = 3 ; extrême = 4. Il est possible de calculer les scores dans chaque domaine ou pour l'ensemble du WOMAC

WOMAC Domaine DOULEUR : quelle est l'importance de la douleur ?

1. Lorsque vous marchez sur une surface plane ?
2. Lorsque vous montez ou descendez les escaliers ?
3. La nuit, lorsque vous êtes au lit ?
4. Lorsque vous vous levez d'une chaise ou vous asseyez ?
5. Lorsque vous vous tenez debout ?

WOMAC Domaine RAIDEUR

1. Quelle est l'importance de la raideur de votre articulation lorsque vous vous levez le matin ?
2. Quelle est l'importance de la raideur de votre articulation lorsque vous bougez après vous être assis, couché ou reposé durant la journée ?

WOMAC Domaine FONCTION : quelle est l'importance de la difficulté que vous éprouvez à :

1. Descendre les escaliers ?
2. Monter les escaliers ?
3. Vous relever de la position assise ?
4. Vous tenir debout ?
5. Vous pencher en avant ?
6. Marcher en terrain plat ?
7. Entrer et sortir d'une voiture ?
8. Faire vos courses ?
9. Enfiler collants ou chaussettes ?
10. Sortir du lit ?
11. Enlever vos collants ou vos chaussettes ?
12. Vous étendre sur le lit ?
13. Entrer ou sortir d'une baignoire ?
14. Vous asseoir ?
15. Vous asseoir et vous relever des toilettes ?
16. Faire le ménage " à fond " de votre domicile ?
17. Faire l'entretien quotidien de votre domicile ?

Annexe 2 : Score de Tegner

Score de Tegner

Niveau 10 :

Sport de compétition (Foot, Rugby) en Division Nationale

Niveau 9 :

Sport de compétition (Foot, Rugby) en Division Inférieure

Niveau 8 :

Sport de compétition (Squash, Badminton, Athlétisme piste et saut, ski, Basketball)

Niveau 7 :

Sport de compétition (Tennis, Course, Handball) et sport de loisir (Foot, Rugby, Squash, Hockey sur glace, Basketball, Course)

Niveau 6 :

Loisir (Handball, Tennis, Badminton, Ski, Jogging 5 fois par semaine)

Niveau 5 :

Activité professionnelle pénible (ex. Bâtiment)

Sport de compétition (Vélo, Ski de fond)

Sport de loisir (Jogging sur terrain irrégulier au moins 2 fois par semaine)

Niveau 4 :

Activité professionnelle modérée (ex. Chauffeur routier)

Niveau 3 :

Activité professionnelle légère

Niveau 2 :

Marche en terrain irrégulier possible sauf chargé ou en randonnée

Niveau 1 :

Activité professionnelle sédentaire

Niveau 0 :

Congé maladie ou pension d'invalidité pour des problèmes de genou

Annexe 3 : Score de Weiss modifié

Score de Weiss modifié

Merci de bien vouloir répondre aux différentes questions concernant les activités ci-dessous. Entourez le chiffre correspondant.

Quelle est l'importance de cette activité pour vous ?

- Étirements :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Vélo d'appartement :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Vélo :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Natation :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Golf :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Nautisme :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Musculation :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Danse :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Gymnastique :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Randonnée :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Jardinage :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Ski :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Ski de fond :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Tennis :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5
- Course à pied :
Pas important Important Très important
1 2 3 4 5

Votre genou vous gêne-t-il au cours de ces activités ?

- Étirements :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Vélo d'appartement :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Vélo :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Natation :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Golf :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Nautisme :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Musculation :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Danse :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Gymnastique :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Randonnée :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Jardinage :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Ski :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Ski de fond :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

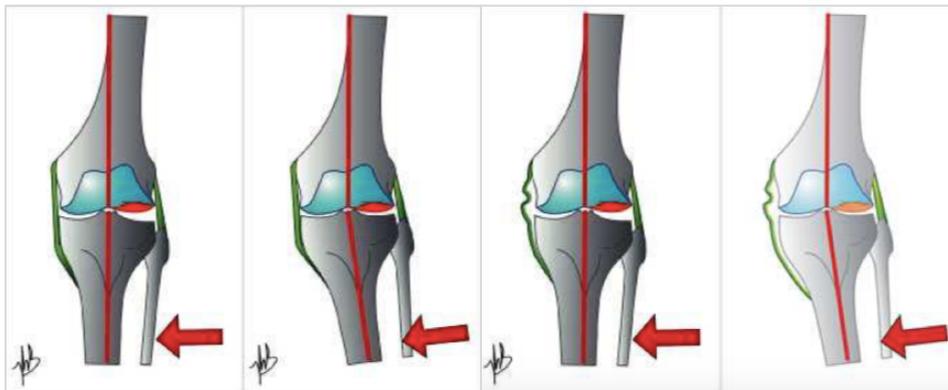
- Tennis :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

- Course à pied :
Pas de gêne Petite gêne Gêne importante
1 2 3 4 5

Annexe 4 : Classification d'Ahlback

Stade 1	Pincement inférieur à 50% de la hauteur de l'interligne articulaire
Stade 2	Pincement supérieur à 50% de la hauteur de l'interligne articulaire
Stade 3	Pincement complet avec cupule < 5 mm
Stade 4	Pincement complet avec cupule > 5 mm

Annexe 5 : Classification des laxités ligamentaires du genou de la SOO (23)



Type I	Déformation réductible dans la concavité	Sans laxité de la convexité
Type II	Déformation irréductible dans la concavité	Sans laxité de la convexité
Type III	Déformation réductible dans la concavité	Avec laxité de la convexité
Type IV	Déformation irréductible dans la concavité	Avec laxité de la convexité

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de l'UFR Santé

VU et permis d'imprimer
en référence à la délibération
du Conseil d'Université
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président
de l'Université de CAEN-NORMANDIE et P.O

Le Doyen

ANNEE DE SOUTENANCE : 2019/2020

NOM ET PRENOM DE L'AUTEUR : MERGENTHALER Guillaume

L'ostéotomie tibiale de valgisation dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale : étude d'une série de 117 cas.

RESUME :

L'ostéotomie tibiale de valgisation (OTV) présente de bons résultats dans la prise en charge de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale. L'objectif de cette chirurgie conservatrice est de repousser la mise en place d'une prothèse totale de genou (PTG).

L'objectif était d'évaluer la survie et les facteurs influençant la survie, ainsi que les résultats cliniques et radiographiques des OTV.

117 OTV ont été incluses dans cette étude rétrospective monocentrique. L'âge moyen était de 54,4 ± 7,0 ans. Il s'agissait de 54,7% d'hommes pour 45,3% de femmes. L'IMC moyen était de 29,9 ± 5,6 kg/m². Le pincement de l'interligne articulaire était incomplet pour 58,5% des cas (stade 1 et 2) et complet pour 41,5% des cas (stade 3).

Le taux de survie était de 88,7% à 5 ans et de 70,2% à 10 ans. L'obésité, un stade d'Ahlback ≥ 3 et un angle HKA postopératoire < 180° étaient des facteurs de risque d'échec des OTV. Au dernier recul, les résultats fonctionnels étaient satisfaisants et les patients pratiquaient des activités physiques mais favorisaient les sports sans impact. Parmi les 27,4% de complications, la fracture de charnière était la plus fréquente. La pseudarthrose survenait moins fréquemment, mais entraînait un délai de reprise par PTG statistiquement inférieur.

Avec des taux de survie de 70% à 10 ans, cette étude a montré qu'il est raisonnable de proposer une OTV pour un patient jeune, actif, non obèse et présentant un pincement incomplet de l'interligne articulaire. L'hypocorrection (angle HKA postopératoire inférieur à 180°), une modification majeure de l'anatomie du tibia proximal ainsi que la survenue d'une pseudarthrose sont à proscrire absolument.

MOTS CLES :

Ostéotomie, Genou, Gonarthrose, Genu Varum, Orthopédie, Chirurgie

High tibial osteotomy in the treatment of medial knee osteoarthritis: a study of 117 cases

ABSTRACT:

High tibial osteotomy (HTO) shows good results in the treatment of medial knee osteoarthritis. The aim of this conservative surgery, is to defer total knee arthroplasty (TKA).

Aims of this study were the analysis of the survival and factors influencing survival of HTO and clinical outcomes and radiological results.

117 HTO have been included in this retrospective and monocentric study. Mean age was 54,4 ± 7,0 years. 54,7% were men and 45,3% were women. Mean body mass index (BMI) was 29,9 ± 5,6 kg/m². Joint space narrowing was incomplete for 58,5% (stage 1 and 2 of Ahlback's classification) and complete loss of joint space was found for 41,5% (stage 3).

The five years survival rate was 88,7% and the ten years survival rate was 70,2%. Obesity, a complete loss of joint space (Ahlback stage ≥ 3) and an HKA angle lower than 180° were risk factors for revision to a TKA. At last follow-up, functional results were satisfactory and patients were still undertaking physical activities but favored low-impact sports. Among the 27,4% of complications, lateral hinge fracture was the most frequent. Nonunion was less frequent but led to a statistically shorter time to revision to a TKA.

With a 10 years survival rate of 70%, this study showed that it is reasonable to perform HTO on young, active and non-obese patients with an incomplete loss of joint space. Undercorrection (HKA angle less than 180°), a major modification of the proximal part of the tibia and a nonunion are to avoid.

KEY WORDS :

Osteotomy, Knee, Osteoarthritis, Genu Varum, Orthopedics, Surgery