

Arthroplastie totale du genou après ostéotomie tibiale haute : analyse du temps écoulé avant l'événement et des prédicteurs

Codie A. Primeau MSc, Trevor B. Birmingham PhD, Kristyn M. Leitch PhD, Kevin R. Willits MD, Robert B. Litchfield MD, Peter J. Fowler MD, Jacquelyn D. Marsh PhD, Bert M. Chesworth PhD, Stephanie N. Dixon PhD, Dianne M. Bryant PhD, J. Robert Giffin MD MBA

■ Citation : *CMAJ* 2021 February 1;193:E158-66. doi : 10.1503/cmaj.200934-f

Voir la version anglaise de l'article ici : www.cmaj.ca/lookup/doi/10.1503/cmaj.200934

Résumé

Contexte : L'un des importants objectifs de l'ostéotomie tibiale haute (OTH) est de prévenir ou de retarder le recours à l'arthroplastie totale du genou (ATG). Nous avons voulu estimer la fréquence et le moment de la conversion de l'OTH vers l'ATG et dégager les facteurs associés.

Méthodes : Nous avons évalué de manière prospective les patients atteints d'arthrose du genou, ou gonarthrose, ayant subi une OTH de valgisation par ouverture médiale entre 2002 et 2014 et nous avons analysé l'incidence cumulative des ATG en date de juillet 2019. La présence ou l'absence d'une ATG impliquant le membre soumis à l'OTH a été déterminée à partir des notes de chirurgie orthopédique et des rapports de radiographie des genoux versés au dos-

sier médical électronique de chaque patient du Centre des sciences de la santé de London. Nous avons utilisé des courbes d'incidence cumulative pour évaluer le paramètre principal, soit le temps écoulé avant l'ATG. Nous avons effectué une analyse multivariée à risques proportionnels de Cox pour évaluer les prédicteurs préopératoires potentiels, y compris la gravité de la maladie à la radiographie, le désalignement, l'ampleur de la correction, la douleur, le sexe, l'âge, l'indice de masse corporelle (IMC) et l'année de la chirurgie.

Résultats : Sur 556 patients ayant subi 643 OTH, l'incidence cumulative des ATG était de 5% (intervalle de confiance [IC] à 95% 3%–7%) à 5 ans et de 21% (IC à 95% 17%–26%) à 10 ans. Avec le modèle

multivarié à risques proportionnels de Cox, les facteurs préopératoires suivants ont été significativement associés à une augmentation du taux de conversion : gravité de l'arthrose à la radiographie (risque relatif [RR] ajusté 1,96; IC à 95% 1,12–3,45), douleur (RR ajusté 0,85; IC à 95% 0,75–0,96), sexe féminin (RR ajusté 1,67; IC à 95% 1,08–2,58), âge (RR ajusté 1,50 par tranche de 10 ans; IC à 95% 1,17–1,93) et IMC (RR ajusté 1,31 par tranche de 5 kg/m²; IC à 95% 1,12–1,53).

Interprétation : Nous avons constaté que 79% des genoux n'ont pas nécessité une ATG dans les 10 années suivant l'OTH de valgisation par ouverture médiale. Le plus solide prédicteur de la conversion vers l'ATG était la gravité de la maladie à la radiographie faite au moment de l'OTH.

Le fardeau de la gonarthrose est substantiel, tant pour les patients que pour les systèmes de santé, et il s'alourdit de jour en jour¹. La stratégie thérapeutique actuelle, qui repose largement sur l'arthroplastie totale du genou (ATG) pour la maladie avancée, n'est peut-être pas une option viable²⁻⁵. La perte de qualité de vie et de productivité due à la gonarthrose chez les personnes d'âge moyen qui sont sur le marché du travail est particulièrement problématique⁶⁻⁸. La prévalence mondiale de la gonarthrose atteint un pic vers la cinquantaine⁹. Dans le monde, le nombre d'années vécues avec une incapacité est estimé à 2,4 millions chez les moins de 50 ans, l'âge approximatif du pic de

prévalence de la gonarthrose^{9,10}. Par conséquent, le nombre de patients d'âge moyen à la recherche d'un traitement pour la gonarthrose, y compris l'ATG, est en hausse¹¹. L'arthroplastie n'est pas nécessairement le traitement le plus approprié pour ces patients¹². L'ATG effectuée tôt est associée à l'infection de la prothèse¹³, à une moindre satisfaction des patients¹⁴ et à des chirurgies de révision¹⁵⁻¹⁸. Environ 25% de toutes les ATG sont considérées comme étant « probablement inappropriées »¹⁹. Les cliniciens ont observé un vide thérapeutique évident à combler entre la prise en charge non chirurgicale — qui est épuisante — et l'admissibilité à l'ATG; les patients doivent alors vivre avec des

années de douleur, une incapacité et une perte de productivité qui ont des coûts^{5-9,20,21}. Il est donc impératif de trouver d'autres traitements efficaces pour soigner les nombreux patients atteints de gonarthrose.

L'OTH de valgisation par ouverture médiale est une chirurgie de réalignement du membre inférieur destinée aux patients dont la gonarthrose affecte le compartiment médial et qui ne sont pas candidats à l'ATG en raison d'une atteinte moins grave, d'un âge moins avancé ou d'exigences physiques plus grandes. Le but de l'OTH est de corriger l'alignement du membre en modifiant la charge imposée au compartiment du genou le plus atteint et de limiter ainsi la progression de l'arthrose^{22,23}. Cette façon de changer substantiellement la mise en charge du genou^{24,25} a entraîné des améliorations cliniquement importantes de la douleur et du fonctionnement après l'OTH^{26,27}, et l'intervention est économique^{28,29}. Pourtant, cette chirurgie est peu pratiquée au Canada³⁰. Contrairement aux taux élevés et croissants des autres chirurgies du genou, dont l'arthroscopie³¹ et l'ATG³², le taux de recours à l'OTH demeure faible^{33,34}.

L'ostéotomie tibiale haute peut aider à combler le vide thérapeutique entre les traitements non chirurgicaux et l'ATG définitive. Au Centre des sciences de la santé de London, en Ontario, l'OTH est pratiquée fréquemment, dans le but de prévenir ou de retarder le recours à l'ATG. Il est donc approprié de mesurer la durée des bienfaits conférés par l'OTH et d'analyser les caractéristiques préopératoires associées. Pour le calcul des conversions de l'OTH vers l'ATG, les registres utilisant des données administratives fournissent de volumineux échantillons (> 2500 patients) qui permettent d'estimer l'incidence cumulative de l'ATG^{30,35,36}. Il peut toutefois y avoir des limites à utiliser uniquement des données administratives, notamment lorsqu'il est question de confirmer l'intervention, le membre et le diagnostic. Il manque souvent à ces données les renseignements détaillés générés par l'examen préopératoire, tels que les caractéristiques radiographiques (p. ex., gravité de la maladie et alignement de l'axe du membre inférieur) et les mesures autodéclarées par les patients. Les prédicteurs d'une conversion vers l'ATG précédemment mentionnés, tels que le sexe féminin et l'âge avancé^{30,35-39}, peuvent dépendre d'autres caractéristiques cliniques (variables de confusion) qu'on trouve rarement dans les données administratives. Notre objectif était donc d'étudier l'incidence cumulative de l'ATG après l'OTH de valgisation par ouverture médiale et les prédicteurs potentiels à partir de données recueillies de manière prospective dans un centre canadien qui s'intéresse à l'OTH. Plus précisément, nous avons évalué le temps écoulé avant la conversion de l'OTH vers l'ATG et étudié le lien entre les caractéristiques préopératoires de l'OTH et de l'ATG subséquente.

Méthodes

Conception de l'étude, sources des données et population

Nous avons recruté les patients au Centre des sciences de la santé de London, un grand centre hospitalier universitaire qui sert la population du sud-ouest de l'Ontario. Entre autres cliniques, le programme d'orthopédie du Centre comprend la

Fowler Kennedy Sport Medicine Clinic et la Rorabeck Bourne Joint Replacement Clinic, situées sur le campus de l'Université Western; environ 1600 arthroplasties de la hanche et du genou y sont effectuées chaque année. Nous avons évalué de manière prospective les cas aiguillés vers le laboratoire de biomécanique orthopédique Wolf de la Fowler Kennedy Sport Medicine Clinic entre 2002 et 2014. Nous avons suivi les patients de leur inscription jusqu'au 31 juillet 2019, pour obtenir un suivi minimum de 5 ans après leur OTH.

Quatre chirurgiens ont participé à cette étude. Au début de celle-ci, 2 amorçaient leur pratique autonome et 2 étaient déjà bien établis; les chirurgiens avaient tous une surspécialisation internationale en médecine du sport et en orthopédie. Ils pratiquaient tous une technique d'OTH de valgisation par ouverture médiale similaire à celle qui a déjà été décrite en détail^{27,40} et qui est résumée à l'annexe 1 (accessible en anglais au www.cmaj.ca/lookup/doi/10.1503/cmaj.200934/tab-related-content).

Les patients avaient été aiguillés par d'autres chirurgiens orthopédistes ou par des médecins de premier recours en raison de douleur persistante au genou, d'incapacité ou d'insatisfaction quant aux résultats des traitements non chirurgicaux. Les patients ont été soigneusement examinés par un chirurgien, ce qui comprenait une radiographie du genou — plus précisément un cliché antéro-postérieur en position debout du membre entier (de la hanche à la cheville) — pour évaluer son alignement sur le plan frontal au moyen de l'angle de l'axe mécanique (AAM)^{41,42}. Les bons candidats à l'OTH présentaient un *genu varum* (AAM < 0°), des signes radiographiques d'arthrose au niveau du compartiment fémorotibial médial et une douleur limitée principalement à la portion médiale du genou (décrite par les patients durant l'examen). Les patients qui présentaient des caractéristiques d'arthrose au niveau du compartiment latéral ou fémoropatellaire étaient candidats à l'OTH dans la mesure où la douleur et les anomalies à la radiographie étaient plus marquées au niveau du compartiment médial. Les patients qui présentaient une arthrose terminale à la radiographie dans au moins 2 compartiments du genou étaient orientés vers la clinique d'arthroplastie affiliée puisqu'ils étaient considérés comme étant de piètres candidats à l'OTH.

Paramètre principal et évaluation

Notre paramètre principal était le temps écoulé avant la conversion de l'OTH vers l'ATG. Pour chaque patient de notre cohorte ayant subi une OTH, nous avons relevé la présence ou l'absence d'ATG dans les notes opératoires et les rapports radiologiques versés au dossier médical électronique. Les notes opératoires forment un compte rendu officiel de la chirurgie et comprennent les détails pertinents de l'intervention. Pour notre étude, lorsqu'une ATG avait été effectuée, nous avons noté la date de la chirurgie et le membre opéré, puis avons examiné les radiographies postopératoires des genoux pour confirmer que l'ATG avait été pratiquée sur le membre préalablement soumis à l'OTH. En l'absence de mention d'ATG au dossier, nous examinons les radiographies du genou de la dernière visite de suivi du patient après son OTH afin de confirmer l'absence d'ATG. Les données de suivi cessaient d'être collectées au moment du dernier contact ou du décès, selon le cas⁴³.

Prédicteurs potentiels

Les radiographies et les mesures des paramètres préopératoires autodéclarés par les patients ont été faites dans les 12 semaines précédant l'OTH. Les caractéristiques cliniques comprenaient la gravité de l'arthrose sur l'échelle de Kellgren et Lawrence (KL) à la radiographie avant l'OTH⁴⁴, l'AAM préopératoire^{41,42} et le degré de la correction par ostéotomie (en millimètres). Nous avons aussi tenu compte du score de la sous-échelle de douleur KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score)⁴⁵. Nous avons inclus également des variables démographiques telles que l'âge, le sexe et l'indice de masse corporelle (IMC), ces variables étant, selon certains rapports, des prédicteurs de la conversion vers l'ATG^{30,35-39,46-48}. Enfin, nous avons inclus la date de l'OTH pour tenir compte de possibles variations ou changements des pratiques avec le temps.

Analyse statistique

Nous avons effectué une analyse de Kaplan-Meier et généré des tableaux de survie avec des intervalles de confiance (IC) à 95 % pour estimer l'incidence cumulative des conversions de l'OTH vers l'ATG en fonction du temps. Nous avons aussi effectué des analyses de Kaplan-Meier sur des sous-groupes selon la gravité de la maladie à la radiographie et selon le sexe. Une analyse concurrente des risques n'a pas été requise parce que le taux de décès était faible dans notre échantillon.

Nous avons conçu un modèle multivarié à risques proportionnels de Cox pour estimer les risques relatifs (RR) et les IC à 95 % pour le temps écoulé avant la conversion de l'OTH vers l'ATG. Nous avons sélectionné les variables prédictives potentielles a priori afin de réduire le risque de surajustement du modèle⁴⁹. Les variables spécifiques comprenaient la gravité de l'arthrose à la radiographie (grades KL regroupés en KL2 ou moins et KL3 ou 4), l'AAM, le degré de correction (en millimètres), la douleur au genou au départ (score de douleur KOOS par tranche de 10 points), le sexe, l'âge (par tranche de 10 ans), l'IMC (par tranche de 5 kg/m²) et l'année de la chirurgie.

Nous avons évalué l'hypothèse des risques proportionnels en effectuant des graphiques et des calculs statistiques à l'aide de courbes log-log et des résidus de Schoenfeld. Étant donné que certains patients avaient subi une OTH aux 2 genoux, nous avons ajusté la variance à l'échelle des patients pour regrouper les interventions bilatérales en incorporant un estimateur sandwich robuste dans le modèle, et nous assurer un taux d'erreur de type 1 approprié. Nous avons aussi procédé à une analyse de sensibilité incluant uniquement la première OTH chez ces patients.

Nous avons procédé à 2 analyses post hoc. Nous avons répété l'analyse du modèle à risques proportionnels de Cox tout en faisant une stratification par chirurgien, et nous avons mesuré l'effet de l'angle de la correction obtenue avec la chirurgie en répétant l'analyse de Kaplan-Meier primaire pour 3 sous-groupes selon l'AAM postopératoire (< 0° [varus], 0° à 3° [neutre] et > 3° [valgus]). Nous avons aussi répété le modèle de Cox en ajoutant une catégorie de correction dite à angle variable. Nous avons effectué toutes les analyses au moyen du logiciel statistique Stata 16 (StataCorp) avec une valeur *p* bilatérale de < 0,05 pour indiquer la portée statistique.

Approbation éthique

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Western pour la recherche en sciences de la santé impliquant des êtres humains.

Résultats

Nous avons sélectionné 725 genoux de patients pour inclusion potentielle. Notre cohorte finale comptait 643 genoux chez 556 patients ayant subi une OTH de valgisation par ouverture médiale, incluant 87 interventions bilatérales en séquence (figure 1). La majorité des patients de notre cohorte étaient de sexe masculin et d'âge moyen, faisaient de l'embonpoint, et présentaient un *genu varum*, une douleur substantielle au genou et une arthrose modérée à la radiographie au niveau du compartiment tibiofémoral médial (tableau 1)⁵⁰. Cent trois ATG (16,0%) ont été effectuées et 6 patients (1,1%) sont décédés durant le suivi. Parmi les 87 patients ayant subi une ostéotomie en séquence aux 2 genoux, 15 ont par la suite subi une ATG en séquence aux 2 genoux. La durée médiane du suivi a été de 7 ans (écart interquartile [EI] 4-10 ans).

L'incidence cumulative de la conversion vers l'ATG après une OTH était de 5% à 5 ans et de 21% à 10 ans (figure 2); cela laisse supposer que 95% des genoux n'ont pas eu besoin d'une ATG dans les 5 années suivant l'OTH et que 79% n'en ont pas eu besoin dans les 10 années suivant l'OTH. Les analyses de sous-groupes selon la gravité de l'atteinte à la radiographie et le sexe sont illustrées à la figure 3 et à la figure 4. Nous avons constaté une incidence cumulative de 2% à 5 ans et de 13% à 10 ans pour les patients dont la maladie était peu avancée (KL ≤ 2). L'incidence cumulative était de 7% à 5 ans et de 32% à 10 ans pour les patientes de sexe féminin. Les tableaux de survie sont présentés à l'annexe 2, tableaux supplémentaires 1-3, accessibles en anglais au www.cmaj.ca/lookup/doi/10.1503/cmaj.200934/tab-related-content.

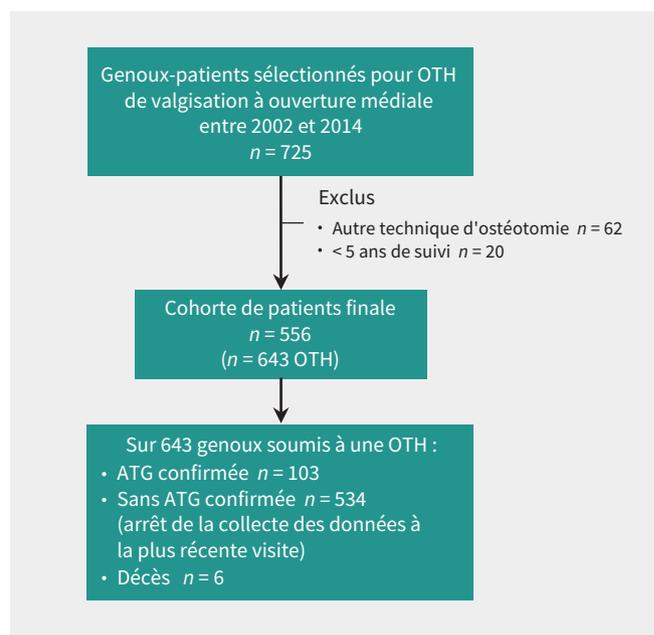


Figure 1 : Diagramme présentant la sélection des patients. ATG = arthroplastie totale du genou, OTH = ostéotomie tibiale haute.

Nous avons déterminé qu'une maladie plus grave à la radiographie, une douleur au genou plus intense, le sexe féminin, l'avancée en âge et un IMC plus élevé étaient tous associés à un taux accru de conversion vers l'ATG (tableau 2). La gravité de la maladie à la radiographie s'est révélée le plus solide prédicteur (RR ajusté 1,96; IC à 95% 1,12-3,45), ce qui laisse penser que, à tout moment, les patients qui présentent une maladie plus avancée à l'OTH sont au moins 2 fois plus susceptibles que les autres de subir une ATG.

Nous avons constaté que l'interprétation des résultats donnait des résultats similaires lorsque l'analyse primaire était répétée après l'inclusion de la première intervention seulement pour les patients ayant subi des interventions aux 2 genoux (annexe 2, tableau supplémentaire 4), et lors de la stratification selon le chirurgien (post hoc; annexe 2, tableau supplémentaire 5). Les analyses post hoc ont semblé indiquer que les risques cumulatifs de conversion vers l'ATG à 5 ans et à 10 ans étaient respectivement de 9% et de 30% pour les angles de correction par OTH inférieurs

Tableau 1 : Caractéristiques de base des patients ayant subi une ostéotomie tibiale haute, avec ou sans conversion vers une arthroplastie totale du genou*

Caractéristiques	N ^{bre} (%) d'OTH† n = 643	N ^{bre} (%) d'OTH avec conversion vers l'ATG† n = 103	N ^{bre} (%) d'OTH sans conversion vers l'ATG† n = 540
Âge moyen (ans ± E.-T.)	46,9 ± 9,0	50,2 ± 6,7	46,3 ± 9,3
Sexe (hommes)	498 (77,5)	72 (70,0)	426 (79,0)
Indice de masse corporelle (kg/m ² ; moyenne ± E.-T.)	29,7 ± 5,1	31,0 ± 5,6	29,5 ± 5,0
Ampleur de la correction (mm‡; moyenne ± E.-T.)	11,5 ± 3,2	12,2 ± 3,2	11,4 ± 3,2
Angle de l'axe mécanique préopératoire (degrés§; moyenne ± E.-T.)	-7,9 ± 3,7	-8,7 ± 3,9	-7,8 ± 3,6
Angle de l'axe mécanique postopératoire (degrés§, ¶; moyenne ± E.-T.)	0,9 ± 2,6	0,2 ± 3,1	1,1 ± 2,5
Score sur la sous-échelle de douleur KOOS** (moyenne ± E.-T.)	53,2 ± 19,5	46,3 ± 18,7	54,5 ± 19,4
Grade de Kellgren et Lawrence††			
0	4 (0,6)	0 (0,0)	4 (0,7)
1	68 (10,6)	1 (1,0)	67 (12,4)
2	193 (30,1)	15 (14,6)	178 (33,0)
3	244 (38,0)	50 (48,5)	194 (35,9)
4	134 (20,8)	37 (35,9)	97 (18,0)
Grade de rétrécissement de l'espace articulaire selon la classification de l'Osteoarthritis Research Society International‡‡			
Compartiment fémorotibial médial			
0	14 (2,2)	0 (0,0)	14 (2,7)
1	184 (29,4)	19 (19,2)	165 (31,4)
2	251 (40,2)	40 (40,4)	211 (40,1)
3	176 (28,2)	40 (40,4)	136 (25,9)
Compartiment fémorotibial latéral			
0	524 (83,8)	86 (86,8)	438 (83,3)
1	91 (14,6)	12 (12,1)	79 (15,0)
2	9 (1,4)	1 (1,0)	9 (1,7)
3	1 (0,2)	0 (0,0)	0 (0,0)

Remarque : ATG = arthroplastie totale du genou, E.-T. = écart-type, KOOS = Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score, OTH = ostéotomie tibiale haute.

*Tous les patients présentaient un diagnostic clinique de gonarthrose selon les critères de l'American College of Rheumatology décrits par Altman et al.⁵⁰. La gonarthrose clinique se définit par la présence d'une douleur au genou et de 3 des 6 critères suivants : raideur matinale < 30 minutes, âge > 50 ans, crépitements, sensibilité osseuse, excroissance osseuse ou absence de chaleur à la palpation.

†À moins d'indication contraire.

‡Degré de valgisation conféré par l'OTH.

§Un angle négatif indique un alignement en varus et un angle positif indique un alignement en valgus.

¶Correction obtenue par la chirurgie, mesurée durant l'examen postopératoire.

**Un score de 0 indique des symptômes extrêmes affectant le genou; un score de 100 indique l'absence de symptômes.

††Le grade de Kellgren et Lawrence évalue la gravité de l'arthrose à la radiographie. Un grade de 0 indique un genou normal; un grade de 1 indique un rétrécissement présumé de l'espace articulaire et une possible saillie ostéophytique; un grade de 2 indique un rétrécissement possible de l'espace articulaire et la présence d'ostéophytes; un grade de 3 indique un rétrécissement réel de l'espace articulaire et de multiples ostéophytes modérés, une certaine sclérose et une déformation possible du contour osseux; un grade de 4 indique un rétrécissement marqué de l'espace articulaire, d'importants ostéophytes, une sclérose grave et une déformation nette du contour osseux.

‡‡L'atlas radiographique de l'arthrose de l'OARS (Osteoarthritis Research Society International) est un système de classification semi-quantitatif qui comprend des grades de rétrécissement de l'espace articulaire pour chaque compartiment allant de 0 (espace articulaire normal) à 3 (perte totale de l'espace articulaire). La classification de l'OARS était disponible pour 625 des 643 interventions au genou.

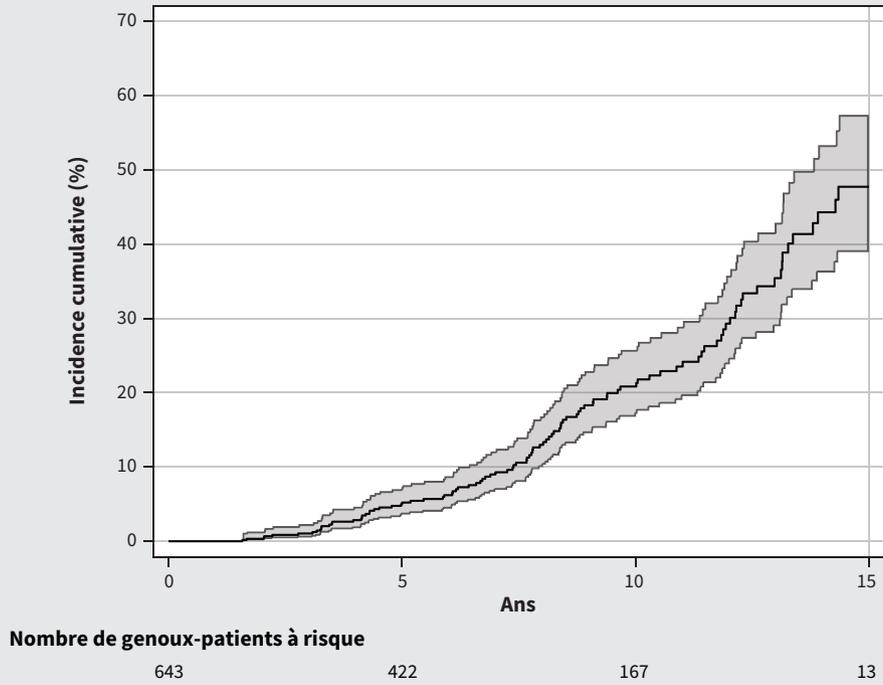


Figure 2 : Courbe d'incidence cumulative (avec intervalles de confiance à 95% [zones ombrées]) pour les patients soumis à au moins une ostéotomie tibiale haute ($n = 643$ genoux) et une conversion vers une arthroplastie totale du genou définie comme paramètre principal. Le nombre de genoux-patients à risque est aussi présenté pour certaines étapes.

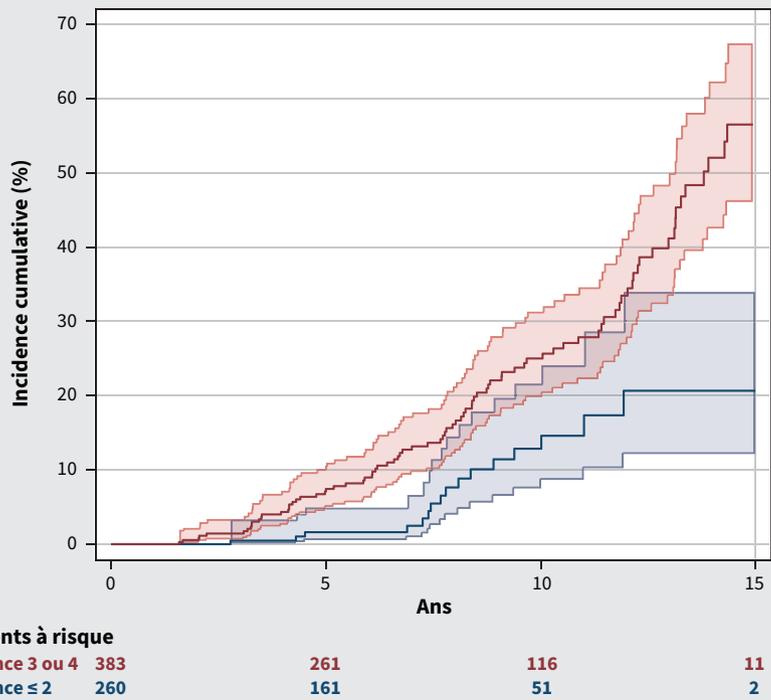


Figure 3 : Courbe d'incidence cumulative (avec intervalles de confiance à 95% [zones ombrées]) pour les patients soumis à au moins une ostéotomie tibiale haute ($n = 643$ genoux). Nous avons comparé les patients présentant une maladie légère ou modérée à la radiographie (grade de Kellgren et Lawrence ≤ 2 ; $n = 260$; ligne bleue) à ceux qui avaient une atteinte radiographique modérée ou grave (grade de Kellgren et Lawrence 3 ou 4; $n = 383$; ligne rouge), avec la conversion vers l'arthroplastie totale du genou définie comme principal paramètre. Le nombre de genoux-patients à risque est aussi présenté à certains moments pour chaque groupe.

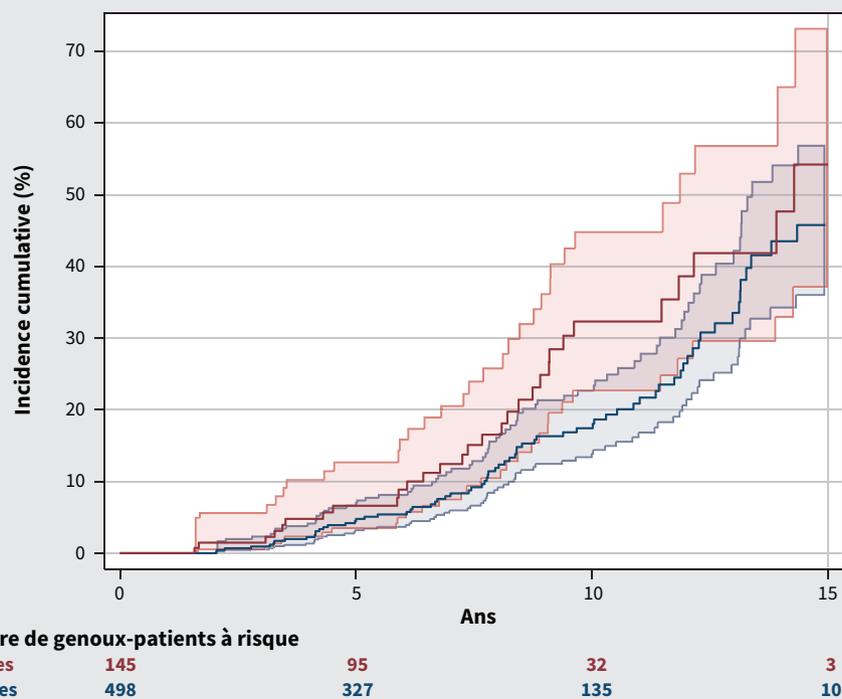


Figure 4 : Courbe d'incidence cumulative (avec intervalles de confiance à 95% [zones ombrées]) pour les patients soumis à au moins une ostéotomie tibiale haute ($n = 643$ genoux). Nous avons comparé les hommes ($n = 498$; ligne bleue) et les femmes ($n = 145$; ligne rouge), avec la conversion vers l'arthroplastie totale du genou définie comme paramètre principal. Le nombre de genoux-patients à risque est aussi présenté à certains moments pour chaque groupe.

à 0°, de 2% et de 14% pour les angles de 0° à 3°, et de 6% et de 23% pour les angles supérieurs à 3° (annexe 2, tableau supplémentaire 6). Comparativement aux angles de 0° à 3° (de référence), nous avons observé que les angles de correction inférieurs à 0° étaient associés à un risque accru d'ATG (RR ajusté 1,87; IC à 95% 1,18–3,00). Même si nos résultats ont suggéré que les angles de correction supérieurs à 3° pouvaient aussi être associés à un taux accru d'ATG (RR ajusté 1,40; IC à 95% 0,80–2,46), l'intervalle de confiance incluait 1 (annexe 2, tableau supplémentaire 7).

Interprétation

À l'aide d'une analyse du temps écoulé avant la survenue de l'événement, nous avons estimé à 21% l'incidence cumulative de la conversion de l'OTH de valgisation par ouverture médiale vers l'ATG à 10 ans. Nos observations permettent d'estimer la longévité globale de l'OTH de valgisation par ouverture médiale et n'insinuent d'aucune façon que l'ATG serait une complication ou le signe d'un échec de l'OTH. Nos taux ne diffèrent que légèrement des taux rapportés par des études internationales (Finlande [27%] et Suède [30%]) et sont légèrement inférieurs aux taux obtenus dans des études provinciales (Ontario, 33%) utilisant des données administratives^{30,35,36}. Des différences dans la précision des données administratives par rapport aux données cliniques pourraient expliquer cette légère variation. Plus précisément, le taux précédemment rapporté d'ATG après une OTH en Ontario (33%) a été décrit comme une surestimation poten-

tielle due à l'incapacité d'apparier le membre soumis à l'ATG au membre soumis à l'OTH à partir de l'ensemble de données administratives³⁰. Il est également possible que le taux que nous avons observé (21%) soit en fait sous-estimé si certains patients ont eu recours à une ATG à l'extérieur de London après la date d'arrêt de la collecte des données les concernant pour l'étude. Les différences entre les taux rapportés peuvent aussi s'expliquer, entre autres, par les périodes étudiées (première période de 1994 à 2010³⁰ c. seconde période de 2002 à 2014), le système d'aiguillage, la technique chirurgicale et la réadaptation. L'incidence cumulative actuelle de l'ATG après l'OTH, soit 5% à 5 ans et 21% à 10 ans, concorde avec les taux rapportés par de plus petites études de cohorte, soit 1 à 20% à 5 ans^{37,51–55} et 8 à 35% à 10 ans^{37,52,55–57}.

Nous avons constaté que la gravité de la gonarthrose à la radiographie au moment de l'OTH de valgisation par ouverture médiale était le plus solide prédicteur de conversion vers l'ATG (figure 3 et tableau 2), ce qui concorde avec les observations post-OTH de valgisation par ouverture latérale⁵⁸. Ces résultats pourraient être considérés comme évidents ou biaisés parce que les patients, en ayant subi leur OTH plus tôt au cours du processus pathologique, ont tout simplement eu plus de temps pour évoluer vers un éventuel besoin d'ATG. Toutefois, l'une des principales raisons de cibler les candidats à l'OTH souffrant d'arthrose symptomatique à un stade moins avancé est qu'il s'agit alors d'une mesure de prévention secondaire

Tableau 2 : Estimation des risques proportionnels de Cox pour les prédicteurs de conversion de l'ostéotomie tibiale haute vers l'arthroplastie totale du genou

Prédicteur	RR ajusté (IC à 95 %)
Gravité à la radiographie (grade de Kellgren et Lawrence)	
Cas bénins à modérés	Réf.
Cas modérés à graves	1,96 (1,12–3,45)
Alignement préopératoire (angle de l'axe mécanique) [degrés]	1,05 (0,98–1,11)
Ampleur de la correction (mm)	1,03 (0,95–1,12)
Score à la sous-échelle de la douleur KOOS (par tranche de 10 points)†	0,85 (0,75–0,96)
Sexe	
Hommes	Réf.
Femmes	1,67 (1,08–2,58)
Âge (par tranche de 10 ans)	1,50 (1,17–1,93)
Indice de masse corporelle (par tranche de 5 kg/m ²)	1,31 (1,12–1,53)
Année de la chirurgie	1,03 (0,94–1,12)
Remarque : IC = intervalle de confiance, KOOS = Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score, Réf. = catégorie de référence, RR = risque relatif. Nous avons ajusté la variance pour les ostéotomies bilatérales en séquence à l'aide de solides estimateurs de type sandwich. *Grade de Kellgren et Lawrence léger à modéré ≤ 2; modéré à grave = 3 ou 4. †KOOS: 0 indique des symptômes extrêmes au genou; 100 indique une absence de symptômes.	

pour ralentir la progression de la maladie⁵⁹. Nos résultats concordent avec cet objectif.

Les symptômes au départ (sous-échelle de douleur KOOS) étaient étroitement associés à la conversion vers l'ATG après l'OTH (tableau 2); à notre connaissance, aucune autre étude n'a produit de données comparatives. L'âge avancé^{30,35,36,38,39}, le sexe féminin^{30,35–38} et un IMC élevé^{46–48} sont plus souvent rapportés et significativement associés à un taux accru de conversion vers l'ATG. Dans notre étude, le sexe féminin restait associé à la conversion vers l'ATG après ajustement pour tenir compte d'autres variables non évaluées précédemment. Cette observation mérite d'être approfondie. Même si nos constatations semblent indiquer que des caractéristiques préopératoires sont statistiquement associées à la conversion vers l'ATG (tableau 2) et méritent d'être prises en compte dans le processus décisionnel, ces caractéristiques ne doivent pas nécessairement constituer des contre-indications à l'OTH. En effet, selon nos résultats, 75% des patients ayant un grade KL ≥ 3 et 68% des femmes n'ont pas eu recours à l'ATG dans les 10 années suivant leur OTH (figures 3 et 4).

Les chirurgiens de notre étude ont utilisé une approche chirurgicale de réaligement relativement conservatrice, en créant un valgus de neutre à très léger plutôt qu'en surcorrigant avec un valgus substantiel. Les résultats des analyses post hoc ont généralement concordé avec un taux moindre de conversion vers l'ATG chez les patients ayant obtenu une correction en valgus de 0° à 3° au moyen de l'OTH, comparativement à

une correction plus légère ou plus marquée. Il faut toutefois rappeler que ces observations sont pour l'instant exploratoires (annexe 2, tableaux supplémentaires 6 et 7).

La conversion vers l'ATG après une OTH n'est pas le seul paramètre important à considérer. De récentes études sur des patients similaires soumis à la même intervention font état de taux de complications faibles et d'améliorations appréciables, soutenues et cliniquement importantes de la biomécanique de la démarche, ainsi que des paramètres autodéclarés par les patients et des résultats axés sur le fonctionnement après l'intervention^{27,60}. Une revue systématique et méta-analyse de 2020 a conclu que l'OTH n'affecte pas négativement l'éventuelle ATG⁶¹. Même si l'intervention vise à ralentir la progression de l'arthrose et à retarder l'ATG, nous ne connaissons aucun essai randomisé et contrôlé publié ayant comparé l'OTH à d'autres traitements non chirurgicaux⁶².

L'une des forces de notre étude est son modèle prospectif, qui incorpore des variables de référence pouvant être utilisées lors de la planification préopératoire et étant en général impossibles à inclure dans des études menées à partir de données administratives. Les suivis cliniques prospectifs alliés aux dossiers cliniques nous ont permis de générer des estimations précises de la conversion vers l'ATG. De plus, la taille relativement volumineuse de l'échantillon nous a permis d'estimer plus précisément l'incidence cumulative à 5 et à 10 ans. Ajoutons que le nombre d'événements nous a donné une plus grande liberté, ce qui nous a permis d'évaluer plus de prédicteurs sans risquer de surajuster le modèle.

Limites

Il est possible qu'un petit nombre de patients aient demandé une ATG à l'extérieur de London après la date d'arrêt de la collecte des données de l'étude; par conséquent, le taux de conversion de l'OTH vers l'ATG mentionné ici devrait être envisagé à l'intérieur de l'éventail des taux précédemment publiés. Un biais de sélection est aussi possible parce que les patients étaient le plus souvent aiguillés par d'autres chirurgiens orthopédistes ou par des médecins de premier recours connaissant l'existence de l'OTH. Les patients de notre étude pourraient avoir été de meilleurs candidats à l'OTH ou été mieux disposés à participer à des études à long terme comparativement à l'ensemble des patients admissibles à l'intervention. La généralisabilité de nos résultats pourrait se limiter aux régions similaires, où l'OTH est souvent offerte et effectuée. Toutefois, les caractéristiques de référence de notre échantillon étaient semblables à celles relevées dans d'autres études de population basées sur des données administratives, et dans l'ensemble, les données d'incidence cumulative ne sont que légèrement différentes^{30,35,36}, ce qui laisse supposer qu'une longévité comparable pourrait être observée si des interventions du même type étaient adoptées par d'autres établissements canadiens. La durée du bienfait conféré par l'OTH peut dépendre d'autres aspects de l'intervention chirurgicale et de caractéristiques individuelles sur lesquels nous ne nous sommes pas penchés. En terminant, la décision de subir une ATG peut dépendre de facteurs sociaux et géographiques que nous n'avons pas évalués^{63–65}.

Conclusion

Nous avons constaté que 95 % des patients subissant une OTH à notre centre n'ont pas besoin d'une ATG dans les 5 années qui suivent, et 79 % n'en ont pas besoin dans les 10 années qui suivent. Le plus solide prédicteur d'une conversion vers l'ATG est la gravité de la gonarthrose à la radiographie au moment de l'OTH. Ces observations appuient le recours à l'OTH de valgisation par ouverture médiale chez les patients qui ont un alignement en varus et une gonarthrose touchant le compartiment médial pour prévenir ou retarder le recours à une ATG définitive.

Références

- GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018;392:1789-858.
- Ackerman IN, Bohensky MA, Zomer E, et al. The projected burden of primary total knee and hip replacement for osteoarthritis in Australia to the year 2030. *BMC Musculoskelet Disord* 2019;20:90.
- Hooper G, Lee AJ, Rothwell A, et al. Current trends and projections in the utilisation rates of hip and knee replacement in New Zealand from 2001 to 2026. *N Z Med J* 2014;127:82-93.
- Singh JA, Vessely MB, Harmsen WS, et al. A population-based study of trends in the use of total hip and total knee arthroplasty, 1969-2008. *Mayo Clin Proc* 2010; 85:898-904.
- Vos T, Allen C, Arora M, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016;388:1545-602.
- Kurtz SM, Lau E, Ong K, et al. Future young patient demand for primary and revision joint replacement: national projections from 2010 to 2030. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:2606-12.
- Losina E, Paltiel AD, Weinstein AM, et al. Lifetime medical costs of knee osteoarthritis management in the United States: impact of extending indications for total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2015;67:203-15.
- O'Donnell S, Rusu C, Hawker GA, et al. Arthritis has an impact on the daily lives of Canadians young and old: results from a population-based survey. *BMC Musculoskelet Disord* 2015;16:230.
- Cross M, Smith E, Hoy D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis* 2014;73:1323-30.
- Ackerman IN, Kemp JL, Crossley KM, et al. Hip and knee osteoarthritis affects younger people, too. *J Orthop Sports Phys Ther* 2017;47:67-79.
- Ravi B, Croxford R, Reichmann WM, et al. The changing demographics of total joint arthroplasty recipients in the United States and Ontario from 2001 to 2007. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2012;26:637-47.
- Hawker G, Bohm ER, Conner-Spady B, et al. Perspectives of Canadian stakeholders on criteria for appropriateness for total joint arthroplasty in patients with hip and knee osteoarthritis. *Arthritis Rheumatol* 2015;67:1806-15.
- Meehan JP, Danielsen B, Kim SH, et al. Younger age is associated with a higher risk of early periprosthetic joint infection and aseptic mechanical failure after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:529-35.
- Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, et al. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: Who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 2010;468: 57-63.
- Bayliss LE, Culliford D, Monk AP, et al. The effect of patient age at intervention on risk of implant revision after total replacement of the hip or knee: a population-based cohort study. *Lancet* 2017;389:1424-30.
- Dy CJ, Marx RG, Bozic KJ, et al. Risk factors for revision within 10 years of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:1198-207.
- Julin J, Jamsen E, Puolakka T, et al. Younger age increases the risk of early prosthesis failure following primary total knee replacement for osteoarthritis. A follow-up study of 32 019 total knee replacements in the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop* 2010;81:413-9.
- Paterson JM, Williams JI, Kreder HJ, et al. Provider volumes and early outcomes of primary total joint replacement in Ontario. *Can J Surg* 2010;53: 175-83.
- Ghomrawi HMK, Mushlin AI, Kang R, et al. Examining timeliness of total knee replacement among patients with knee osteoarthritis in the US: results from the OAI and MOST longitudinal cohorts. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102:468-76.
- Li CS, Karlsson J, Winemaker M, et al. Orthopedic surgeons feel that there is a treatment gap in management of early OA: international survey. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:363-78.
- London NJ, Miller LE, Block JE. Clinical and economic consequences of the treatment gap in knee osteoarthritis management. *Med Hypotheses* 2011; 76:887-92.
- Hui C, Thompson SR, Giffin JR. Knee arthritis. In: Miller MD, Thompson SR, editors. *DeLee & Drez's orthopaedic sports medicine textbook*, 4th ed. New York: Elsevier; 2014:1227-42.
- McNamara I, Birmingham TB, Fowler PJ, et al. High tibial osteotomy: evolution of research and clinical applications — a Canadian experience. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:23-31.
- Leitch KM, Birmingham TB, Dunning CE, et al. Changes in valgus and varus alignment neutralize aberrant frontal plane knee moments in patients with unicompartmental knee osteoarthritis. *J Biomech* 2013;46:1408-12.
- Leitch KM, Birmingham TB, Dunning CE, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy alters knee moments in multiple planes during walking and stair ascent. *Gait Posture* 2015;42:165-71.
- Birmingham TB, Giffin JR, Chesworth BM, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy: a prospective cohort study of gait, radiographic, and patient-reported outcomes. *Arthritis Rheum* 2009;61:648-57.
- Birmingham TB, Moyer R, Leitch K, et al. Changes in biomechanical risk factors for knee osteoarthritis and their association with 5-year clinically important improvement after limb realignment surgery. *Osteoarthritis Cartilage* 2017; 25:1999-2006.
- Konopka JF, Gomoll AH, Thornhill TS, et al. The cost-effectiveness of surgical treatment of medial unicompartmental knee osteoarthritis in younger patients: a computer model-based evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 2015; 97:807-17.
- Smith WB II, Steinberg J, Scholtes S, et al. Medial compartment knee osteoarthritis: age-stratified cost-effectiveness of total knee arthroplasty, unicompartmental knee arthroplasty, and high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25:924-33.
- Khoshbin A, Sheth U, Ogilvie-Harris D, 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;25:887-94.
- Degen RM, Lebedeva Y, Birmingham TB, et al. Trends in knee arthroscopy utilization: a gap in knowledge translation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28:439-47.
- Hip and knee replacements in Canada, 2017-2018: Canadian Joint Replacement Registry annual report*. Ottawa: Canadian Institute for Health Information; 2019.
- Dhawan A, Mather RC III, Karas V, et al. An epidemiologic analysis of clinical practice guidelines for non-arthroplasty treatment of osteoarthritis of the knee. *Arthroscopy* 2014;30:65-71.
- Wright J, Heck D, Hawker G, et al. Rates of tibial osteotomies in Canada and the United States. *Clin Orthop Relat Res* 1995;(319):266-75.
- 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;83:244-8.
- Niinimäki TT, Eskelinen A, Mann BS, et al. 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;94:1517-21.
- Keenan OJF, Clement ND, Nutton R, et al. Older age and female gender are independent predictors of early conversion to total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *Knee* 2019;26:207-12.
- van Wulfften Palthe AFY, Clement ND, Temmerman OPP, et al. Survival and functional outcome of high tibial osteotomy for medial knee osteoarthritis: a 10-20-year cohort study. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2018;28:1381-9.
- Trieb K, Grohs J, Hanslik-Schnabel B, et al. Age predicts outcome of high-tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:149-52.
- Fowler PJ, Tan JL, Brown GA. Medial opening wedge high tibial osteotomy: How I do it. *Oper Tech Sports Med* 2012;20:87-92.
- Specogna AV, Birmingham TB, Hunt MA, et al. Radiographic measures of knee alignment in patients with varus gonarthrosis: effect of weightbearing status and associations with dynamic joint load. *Am J Sports Med* 2007;35:65-70.

42. Specogna AV, Birmingham TB, DaSilva JJ, et al. Reliability of lower limb frontal plane alignment measurements using plain radiographs and digitized images. *J Knee Surg* 2004;17:203-10.
43. Lau B, Cole SR, Gange SJ. Competing risk regression models for epidemiologic data. *Am J Epidemiol* 2009;170:244-56.
44. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis* 1957;16:494-502.
45. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, et al. Knee injury and osteoarthritis outcome Score (KOOS) — development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:88-96.
46. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, et al. The long-term outcome of high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:592-6.
47. Flecher X, Parratte S, Aubaniac J-M, et al. 12–28-year follow-up study of closing wedge high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2006;(452):91-6.
48. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to -22-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(367):18-27.
49. Babyak MA. What you see may not be what you get: a brief, nontechnical introduction to overfitting in regression-type models. *Psychosom Med* 2004;66:411-21.
50. Altman R, Asch E, Bloch D, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum* 1986;29:1039-49.
51. Bode G, von Heyden J, Pestka J, et al. Prospective 5-year survival rate data following open-wedge valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23:1949-55.
52. Bonasia DE, Dettoni F, Sisto G, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors. *Am J Sports Med* 2014;42:690-8.
53. Schuster P, Schulz M, Mayer P, et al. Open-wedge high tibial osteotomy and combined abrasion/microfracture in severe medial osteoarthritis and varus malalignment: 5-year results and arthroscopic findings after 2 years. *Arthroscopy* 2015;31:1279-88.
54. Woodacre T, Ricketts M, Evans JT, et al. Complications associated with opening wedge high tibial osteotomy — a review of the literature and of 15 years of experience. *Knee* 2016;23:276-82.
55. Ekland A, Nerhus TK, Dimmen S, et al. Good functional results following high tibial opening-wedge osteotomy of knees with medial osteoarthritis: a prospective study with a mean of 8.3 years of follow-up. *Knee* 2017;24:380-9.
56. Duivenvoorden T, van Diggele P, Reijnen M, 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;25:895-901.
57. Hernigou P, Ma W. Open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. *Knee* 2001;8:103-10.
58. Efe T, Ahmed G, Heyse TJ, et al. Closing-wedge high tibial osteotomy: survival and risk factor analysis at long-term follow up. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;12:46. doi: 10.1186/1471-2474-12-46.
59. Primeau CA, Birmingham TB, Leitch KM, et al. Degenerative meniscal tears and high tibial osteotomy: Do current treatment algorithms need to be realigned? *Clin Sports Med* 2019;38:471-82.
60. Martin R, Birmingham TB, Willits K, et al. Adverse event rates and classifications in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Am J Sports Med* 2014;42:1118-26.
61. Sun X, Wang J, Su Z. A meta-analysis of total knee arthroplasty following high tibial osteotomy versus primary total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140:527-35.
62. Brouwer RW, Huizinga MR, Duivenvoorden T, et al. Osteotomy for treating knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(3):CD004019.
63. Hawker GA, Guan J, Croxford R, et al. A prospective population-based study of the predictors of undergoing total joint arthroplasty. *Arthritis Rheum* 2006;54:3212-20.
64. Kwok CK, Vina ER, Cloonan YK, et al. Determinants of patient preferences for total knee replacement: African-Americans and whites. *Arthritis Res Ther* 2015;17:348.
65. Hawker GA, Wright JG, Coyte PC, et al. Differences between men and women in the rate of use of hip and knee arthroplasty. *N Engl J Med* 2000;342:1016-22.

Intérêts concurrents : Trevor Birmingham, Bert Chesworth, Dianne Bryant et J. Robert Giffin ont reçu des subventions des Instituts de recherche en santé du Canada et de la Société de l'arthrite pendant la réalisation de l'étude. Kevin Willits a reçu des subventions de Smith & Nephew indépendamment des travaux soumis. Robert Litchfield a reçu des honoraires personnels de ConMed Linvatec, Smith & Nephew, DePuy et ArthroSurface et des subventions de Smith & Nephew et DePuy indépendamment des travaux soumis. Aucun autre intérêt concurrent n'a été déclaré.

Cet article a été révisé par des pairs.

Affiliations : Fowler Kennedy Sport Medicine Clinic (Primeau, Birmingham, Leitch, Willits, Litchfield, Fowler, Bryant, Giffin); École de physiothérapie, Faculté des sciences de la santé (Primeau, Birmingham, Marsh, Chesworth, Bryant); Collaborative Specialization in Musculoskeletal Health Research, Bone and Joint Institute (Primeau); Bone and Joint Institute (Birmingham, Willits, Litchfield, Marsh, Chesworth, Bryant, Giffin); Département de chirurgie, École de médecine et de dentisterie Schulich (Willits, Litchfield, Giffin); Département d'épidémiologie et de biostatistique (Dixon), Université Western; Lawson Health Research Institute (Dixon), London, Ont.

Collaborateurs : Codie Primeau, Trevor Birmingham, Jacquelyn Marsh, Bert Chesworth, Dianne Bryant et J. Robert Giffin ont contribué à l'élaboration et à la conception de l'étude. Codie Primeau, Kristyn Leitch, Kevin Willits, Robert Litchfield, Peter Fowler et J. Robert Giffin ont contribué à l'acquisition des données. Codie Primeau, Trevor Birmingham, Jacquelyn Marsh, Bert Chesworth, Stephanie Dixon et J. Robert Giffin ont contribué à l'analyse des données et à l'interprétation des résultats. Codie Primeau et Trevor Birmingham ont rédigé la première version du manuscrit; tous les autres auteurs ont révisé de façon critique le contenu

intellectuel important du manuscrit. Tous les auteurs ont donné leur approbation finale pour la version soumise pour publication et assument l'entière responsabilité de tous les aspects du travail.

Propriété intellectuelle du contenu : Il s'agit d'un article en libre accès distribué conformément aux modalités de la licence Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND 4.0), qui permet l'utilisation, la diffusion et la reproduction de tout médium à la condition que la publication originale soit adéquatement citée, que l'utilisation se fasse à des fins non commerciales (c.-à-d., recherche ou éducation) et qu'aucune modification ni adaptation n'y soit apportée. Voir : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>.

Financement : Cette recherche a en partie été menée grâce au financement des Instituts de recherche en santé du Canada, de la Société de l'arthrite, du Programme des chaires de recherche du Canada (TBB) et d'une bourse de formation transdisciplinaire décernée à Codie Primeau par le Bone and Joint Institute de l'Université Western.

Partage des données : Les données anonymisées de l'étude peuvent être mises à la disposition d'autres chercheurs sur demande adressée à l'auteur de correspondance et moyennant la conclusion d'une entente de partage de données.

AVIS : Tous les auteurs étaient indépendants des organismes subventionnaires. Ces organismes n'ont aucunement participé à la conception de l'étude, à la collecte des données ni à l'analyse ou à l'interprétation des données ou à la rédaction du manuscrit.

Accepté : Le 10 novembre 2020

Correspondance : Trevor Birmingham, tbirming@uwo.ca; J. Robert Giffin, rgiffin@uwo.ca