



Complications de la TPLO

Dr Sanspoux Frédéric

frederic.sanspoux@sirius.vet

+33 6 30 03 50 24

CES de traumatologie ostéo-articulaire et orthopédie animales

DIU de Prise en Charge des Infections Ostéoarticulaires

BioMedtrix Universal Hip Certification Program

Clinique Sirius, 2 Rue de Bourdelas – 87270 Couzeix

Table des matières

Introduction.....	3
Complications peropératoires.....	3
Hémorragie.....	3
Lésions nerveuses	4
Fractures iatrogènes	5
Défauts techniques.....	6
Complications postopératoires	8
Complications précoces	8
Infections du site opératoire	8
Déhiscence de plaie	9
Migration ou débricolage d'implants	10
Complications fonctionnelles	11
Persistance de l'instabilité articulaire.....	11
Lésions méniscales secondaires.....	12
« Rock-back » du plateau.....	13
Complications osseuses.....	14
Fractures du tibia.....	14
Fractures de la fibula	15
Retard de consolidation ou non-union.....	16
Fractures de la patella	17
Complications chroniques	18
Arthrose progressive	18
Douleurs persistantes ou boiterie	19
Problèmes à long terme liés aux implants.....	20
Gestion globale des complications.....	21
Stratégies de prévention en préopératoire	21
Suivi postopératoire intensif et contrôle radiographique.....	21
Importance de l'éducation des propriétaires.....	21
Perspectives et innovations.....	22
Avancées technologiques : imagerie 3D et nouveaux implants	22
Rôle des approches mini-invasives et de l'arthroscopie.....	22
Développement de techniques chirurgicales personnalisées.....	22
Conclusion.....	23
Références bibliographiques	24

Introduction

Malgré son succès clinique et sa large adoption, la TPLO n'est pas exempte de complications. Les taux de complications globales varient de 10 à 28 %, selon les études, et peuvent inclure des fractures, des retards de consolidation, des infections du site opératoire (SIO), des lésions méniscales postopératoires ou encore des problèmes liés aux implants. Ces complications, bien que parfois mineures, peuvent dans certains cas gravement compromettre la récupération fonctionnelle du patient et entraîner une augmentation significative des coûts pour les propriétaires (Pacchiana et al., 2003 ; Spencer & Daye, 2013 ; Engel et al., 2023). En outre, certaines complications comme les lésions méniscales secondaires ou les migrations d'implants sont directement liées à des déséquilibres biomécaniques résiduels ou à des défauts techniques au cours de la procédure (Kalff et al., 2011).

L'analyse approfondie de ces complications est essentielle non seulement pour comprendre leurs mécanismes sous-jacents, mais également pour les prévenir et les gérer de manière optimale. Une surveillance postopératoire rigoureuse et des révisions chirurgicales ciblées peuvent améliorer considérablement les résultats cliniques.

Cet exposé se propose d'explorer en détail les complications associées à la TPLO. Il abordera leurs mécanismes, leurs facteurs de risque et les stratégies de prévention et de traitement, en s'appuyant sur les données scientifiques disponibles et les retours d'expérience clinique. L'objectif est d'offrir aux praticiens des outils concrets pour optimiser leurs résultats chirurgicaux tout en améliorant la qualité de vie des patients et en répondant aux attentes des propriétaires.

Complications peropératoires

Hémorragie

L'hémorragie est une complication peropératoire significative lors de la TPLO, en raison de la proximité de structures vasculaires critiques comme l'artère tibiale crâniale. Cette artère, située le long de la surface médiale du tibia, est particulièrement vulnérable lors de l'ostéotomie et de la fixation des implants. Bien que rare, une lésion de cette structure peut entraîner une hémorragie importante, rendant la chirurgie plus complexe et augmentant les risques de complications postopératoires. L'incidence exacte des lésions vasculaires pendant la TPLO n'est pas systématiquement rapportée, mais plusieurs cas cliniques et études soulignent leur importance en tant que risque opératoire (Moles et Glyde, 2009 ; Pacchiana et al., 2003 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Les lésions de l'artère tibiale crâniale peuvent se produire à différents moments de la chirurgie. Lors de l'ostéotomie, une scie oscillante mal positionnée ou utilisée de manière imprécise peut entraîner une coupure de l'artère ou de ses branches adjacentes. De même, lors de la fixation des implants, les vis insérées dans le transcortex peuvent percer les structures vasculaires environnantes. Une attention insuffisante portée à la profondeur ou à l'orientation des vis est une cause fréquente de ce type de lésion (Moles et Glyde, 2009 ; Priddy et al., 2003 ; Coletti et al., 2014). Par ailleurs, les manipulations excessives des tissus mous pendant la dissection

peuvent également provoquer des traumatismes iatrogènes, augmentant le risque d'hémorragie (Pacchiana et al., 2003 ; Nelson et al., 2003).

Les conséquences cliniques d'une lésion vasculaire peuvent inclure une perte de sang significative, rendant la visibilité peropératoire difficile, ainsi que la formation d'hématomes postopératoires, qui augmentent le risque d'infections et retardent la cicatrisation. Une hémorragie non contrôlée peut également compromettre la stabilité des implants en raison d'une mauvaise fixation dans un environnement instable (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Krotscheck et al., 2012).

La prévention des lésions vasculaires repose sur plusieurs stratégies. Une planification chirurgicale rigoureuse est essentielle, incluant une connaissance précise de l'anatomie vasculaire de la région. Les chirurgiens doivent localiser et protéger l'artère tibiale crâniale lors de la dissection et de l'ostéotomie. L'imagerie préopératoire, notamment la radiographie ou la tomodensitométrie, peut aider à visualiser la position des structures vasculaires, particulièrement chez les patients présentant des variations anatomiques ou des anomalies congénitales (Moles et Glyde, 2009 ; Spencer et Daye, 2013). L'utilisation d'outils adaptés, tels que des scies oscillantes précises et des jigs de positionnement, réduit également le risque de lésions (Pacchiana et al., 2003 ; Krotscheck et al., 2012).

En cas de lésion vasculaire peropératoire, des techniques de gestion rapide et efficace sont nécessaires. Une compression directe avec des compresses stériles permet souvent de contrôler temporairement l'hémorragie, tandis que des ligatures vasculaires peuvent être utilisées pour réparer les blessures plus graves. Les petits saignements peuvent être arrêtés à l'aide de dispositifs d'électrocoagulation ou d'agents hémostatiques, tels que des éponges de collagène ou des matrices gélifiées (Priddy et al., 2003 ; Coletti et al., 2014). Une surveillance attentive est indispensable pour identifier et traiter rapidement toute complication secondaire, telle qu'un hématome ou une infection du site opératoire.

L'hémorragie peropératoire liée aux lésions de l'artère tibiale crâniale est une complication évitable grâce à une planification soigneuse et une exécution chirurgicale précise. Lorsqu'elle survient, une prise en charge rapide et adaptée est essentielle pour assurer un bon déroulement de la chirurgie et éviter les complications postopératoires (Moles et Glyde, 2009 ; Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Pacchiana et al., 2003 ; Krotscheck et al., 2012 ; Priddy et al., 2003).

Lésions nerveuses

Les lésions nerveuses, notamment celles du nerf fibulaire, représentent une complication rare mais importante de la TPLO en raison de l'anatomie régionale. Le nerf fibulaire, passant à proximité immédiate de la face latérale du tibia, est exposé lors de la dissection, de l'ostéotomie et de la fixation des implants. Une traction excessive sur les tissus mous, des instruments mal adaptés ou un mauvais positionnement des implants, notamment des vis trop longues, sont les causes les plus fréquentes de ces lésions (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Krotscheck et al., 2012 ; Moles et Glyde, 2009).

Ces atteintes nerveuses peuvent prendre plusieurs formes. Une compression ou une contusion peut entraîner des signes neurologiques transitoires, tels qu'une faiblesse musculaire locale ou une sensibilité réduite sur la face dorsale du tarse. En revanche, une lésion complète, comme une section du nerf fibulaire, provoque des troubles moteurs et proprioceptifs graves, incluant une incapacité à étendre la cheville ou à maintenir une posture normale. Dans les cas les plus sévères, ces lésions peuvent aboutir à une paralysie fonctionnelle du membre, identifiée par une boiterie persistante et une perte de réflexes lors des examens postopératoires (Priddy et al., 2003 ; Coletti et al., 2014 ; Spencer et Daye, 2013).

La prévention repose sur plusieurs stratégies. Une manipulation atraumatique des tissus mous est essentielle, en particulier lors de la dissection initiale. Les instruments chirurgicaux doivent être bien ajustés pour limiter les risques de traction excessive sur les structures nerveuses. Pendant la fixation des implants, une attention particulière doit être portée à la longueur et à la trajectoire des vis afin de minimiser leur proximité avec le nerf fibulaire. L'imagerie peropératoire, telle que les radiographies intraopératoires, peut aider à confirmer la position des implants et à prévenir les atteintes iatrogènes (Moles et Glyde, 2009 ; Spencer et Daye, 2013 ; Krotscheck et al., 2012).

Lorsqu'une lésion nerveuse survient, la prise en charge dépend de sa gravité. Une compression ou une contusion peut souvent être gérée de manière conservatrice avec des anti-inflammatoires non stéroïdiens, des analgésiques et un repos strict. Cependant, une section complète ou une lésion sévère peut nécessiter une exploration chirurgicale. Dans ces cas, des techniques de suture nerveuse ou d'utilisation de greffes nerveuses peuvent être envisagées, bien que les résultats fonctionnels varient en fonction de l'étendue des dommages et de la rapidité d'intervention (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Coletti et al., 2014). Une réhabilitation postopératoire adaptée, impliquant des exercices progressifs pour prévenir les contractures musculaires et stimuler la récupération neurologique, est essentielle pour maximiser les chances de succès (Spencer et Daye, 2013 ; Nelson et al., 2003).

Bien que les lésions du nerf fibulaire soient peu fréquentes, leur impact fonctionnel peut être significatif. Une attention particulière doit être portée à la prévention, avec une technique chirurgicale rigoureuse et une vigilance accrue pendant la dissection et la fixation des implants. En cas de survenue, une prise en charge rapide, associée à une réhabilitation proactive, offre les meilleures perspectives de récupération (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Coletti et al., 2014 ; Moles et Glyde, 2009 ; Spencer et Daye, 2013 ; Nelson et al., 2003).

Fractures iatrogènes

Les fractures iatrogènes constituent une complication importante de la TPLO, affectant principalement la crête tibiale et les zones corticales. Ces fractures surviennent principalement lors de l'ostéotomie ou pendant la mise en place des implants, et leur incidence varie de 1 % à 10 %, selon les caractéristiques anatomiques du patient et les techniques employées (Bergh et Peirone, 2012 ; Tuttle et Manley, 2009 ; Coletti et al., 2014). Elles peuvent entraîner des retards de consolidation, des douleurs chroniques et, dans certains cas, nécessiter une réintervention.

Les fractures de la crête tibiale sont les plus fréquentes en raison de la fragilité naturelle de cette structure osseuse, qui est particulièrement vulnérable à une coupe trop proche ou à des forces excessives exercées lors de la rotation du plateau tibial. Bergh et Peirone (2012) notent que ces fractures sont exacerbées par une ostéotomie mal positionnée ou des implants incorrectement placés. De plus, la morphologie du tibia joue un rôle important : une crête plus étroite ou un angle de plateau tibial élevé augmente considérablement les risques (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Garnett et Daye, 2014). Les outils utilisés, tels que les scies oscillantes, peuvent aussi contribuer si elles ne sont pas bien adaptées ou correctement manipulées (Moles et Glyde, 2009).

Les fractures transcorticales, bien que moins fréquentes, sont souvent causées par des erreurs lors de la fixation des implants. Une vis insérée à une profondeur excessive ou orientée de manière incorrecte peut traverser la corticale opposée et provoquer une fracture mécanique. Ce problème est particulièrement prévalent chez les chiens âgés ou présentant une qualité osseuse altérée, tels que ceux souffrant d'ostéoporose (Spencer et Daye, 2013 ; Krotscheck et al., 2012). L'utilisation de vis trop longues ou d'angles de fixation inappropriés est également signalée comme un facteur de risque majeur (Bergh et Peirone, 2012 ; Nelson et al., 2003).

Rôle de la technique et des outils utilisés

Une technique chirurgicale précise est essentielle pour prévenir ces fractures. Une planification préopératoire rigoureuse, incluant des radiographies ou des scanners, permet d'évaluer la morphologie osseuse et d'anticiper les complications potentielles (Moles et Glyde, 2009 ; Oxley et al., 2013). L'utilisation de guides chirurgicaux (jigs) bien positionnés aide à contrôler l'angle et la profondeur de l'ostéotomie, réduisant ainsi les risques de fragilisation excessive de la crête tibiale (Tuttle et Manley, 2009 ; Bergh et Peirone, 2012).

Les implants jouent également un rôle clé dans la prévention des fractures transcorticales. Il faut sélectionner des vis de longueur et de diamètre appropriés, adaptées à la morphologie de l'os. Les plaques de fixation doivent être bien adaptées à la surface osseuse pour éviter une tension excessive sur les zones corticales. L'utilisation d'implants verrouillés, combinée à une insertion minutieuse des vis sous contrôle radiographique, contribue à limiter ces risques (Spencer et Daye, 2013 ; Garnett et Daye, 2014).

Enfin, la formation et l'expérience du chirurgien influencent directement le risque de fractures iatrogènes. Les chirurgiens moins expérimentés ou utilisant des techniques non standardisées présentent un taux plus élevé de complications (Bergh et Peirone, 2012 ; Krotscheck et al., 2012). La supervision des jeunes praticiens et l'utilisation de modèles anatomiques pour l'entraînement sont fortement recommandées (Coletti et al., 2014 ; Nelson et al., 2003).

Défauts techniques

Les défauts techniques liés à l'ostéotomie ou à la rotation incorrecte du plateau tibial lors de la TPLO peuvent avoir des conséquences biomécaniques significatives. Ces erreurs, bien que souvent évitables, représentent une cause majeure d'échec fonctionnel postopératoire et nécessitent fréquemment des réinterventions pour

corriger les problèmes mécaniques ou cliniques qui en découlent (Bergh et Peirone, 2012 ; Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Pacchiana et al., 2003).

Une ostéotomie mal positionnée peut être due à un mauvais placement du guide (jig), une coupe osseuse incorrecte ou une orientation inadéquate de la scie oscillante. Une coupe trop proche de la crête tibiale fragilise cette zone et augmente le risque de fractures iatrogènes (Moles et Glyde, 2009 ; Garnett et Daye, 2014). Par ailleurs, une ostéotomie trop éloignée du point d'intersection avec l'axe mécanique du tibia peut compromettre la stabilité des implants, créant un effet de levier défavorable qui accentue les contraintes sur l'articulation (Nelson et al., 2003 ; Coletti et al., 2014). Ces erreurs entraînent souvent des instabilités mécaniques résiduelles, même après fixation des implants, avec pour conséquence une altération de la fonction articulaire et une progression accélérée de l'arthrose (Bergh et Peirone, 2012).

La rotation incorrecte du plateau tibial est une autre source fréquente de complications. Une rotation insuffisante ne neutralise pas totalement les forces de cisaillement exercées sur le tibia, entraînant une instabilité articulaire persistante et un "pivot-shift" lors des mouvements (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Spencer et Daye, 2013). À l'inverse, une rotation excessive peut entraîner une surcharge des tissus mous environnants, notamment des ligaments, provoquant des douleurs chroniques et une mobilité articulaire anormale. Ces déséquilibres biomécaniques augmentent le risque de lésions méniscales secondaires et de boiterie persistante (Oxley et al., 2013 ; Krotscheck et al., 2012).

Effets biomécaniques et réinterventions nécessaires

Les défauts techniques impactent directement la biomécanique articulaire. Une ostéotomie mal positionnée ou une rotation incorrecte modifient les forces agissant sur le genou, entraînant une instabilité résiduelle, une surcharge articulaire asymétrique, ou une contrainte excessive sur les implants. Ces déséquilibres favorisent le développement rapide de l'arthrose et compromettent la récupération fonctionnelle du patient (Bergh et Peirone, 2012 ; Spencer et Daye, 2013). Dans certains cas, des microfractures ou des défaillances des implants peuvent survenir en raison de ces forces anormales, aggravant les complications (Moles et Glyde, 2009).

Les réinterventions sont souvent nécessaires pour corriger ces défauts techniques. Une rotation insuffisante ou excessive peut être corrigée par une reprise chirurgicale. Cependant, ces procédures supplémentaires augmentent les coûts, les risques anesthésiques, et le stress pour le patient (Garnett et Daye, 2014 ; Krotscheck et al., 2012). De plus, les corrections tardives sont souvent limitées par l'arthrose et les modifications osseuses déjà présentes, ce qui peut altérer les résultats finaux même après correction (Oxley et al., 2013 ; Nelson et al., 2003).

Prévention des défauts techniques

La prévention des défauts techniques repose sur une planification rigoureuse et une exécution chirurgicale précise. Une imagerie préopératoire détaillée, incluant des radiographies ou un scanner, permet de mesurer avec précision l'angle du plateau tibial et de déterminer le degré de rotation nécessaire pour neutraliser les forces de cisaillement (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Bergh et Peirone, 2012). L'utilisation de

guides chirurgicaux (jigs) bien calibrés et correctement positionnés assure plus de précision pour la réalisation de l'ostéotomie.

L'expérience du chirurgien joue également un rôle clé dans la réduction des erreurs techniques. Les chirurgiens ayant une formation et une pratique régulières de la TPLO présentent un taux significativement plus faible de complications liées à des défauts techniques. Les jeunes praticiens doivent être supervisés par des collègues expérimentés pour éviter ces erreurs (Bergh et Peirone, 2012 ; Krotscheck et al., 2012).

Complications postopératoires

Complications précoces

Infections du site opératoire

Les infections du site opératoire (SIO) constituent une complication fréquente et préoccupante après la TPLO. Leur incidence varie selon les études, allant de 3 % à 15,8 %, avec une prédominance des infections superficielles par rapport aux infections profondes. Ces infections, bien que souvent gérables, peuvent compromettre les résultats fonctionnels de la chirurgie et nécessiter des interventions supplémentaires (Pacchiana et al., 2003 ; Coletti et al., 2014 ; Spencer et Daye, 2013).

Les infections superficielles affectent les tissus cutanés et sous-cutanés autour du site chirurgical. Elles se manifestent généralement par des signes locaux, tels qu'un œdème, une rougeur, et une douleur autour de l'incision, souvent accompagnés d'un écoulement purulent. Ces infections sont souvent attribuées à une contamination peropératoire, à un soin inapproprié de la plaie ou à une tension excessive sur la peau (Spencer et Daye, 2013 ; Garnett et Daye, 2014). En revanche, les infections profondes impliquent des structures plus internes, notamment les implants et les os environnants. Elles sont plus graves et peuvent évoluer vers une ostéomyélite ou une formation de biofilm sur les implants, rendant leur gestion complexe et nécessitant souvent un retrait des dispositifs implantés (Bergh et Peirone, 2012 ; Engel et al., 2023).

La prévention des SIO repose sur des mesures rigoureuses d'asepsie et d'antibioprophylaxie. L'administration systématique d'antibiotiques prophylactiques, tels que les céphalosporines de première ou deuxième génération, avant l'incision chirurgicale a démontré une réduction significative des taux d'infection (Coletti et al., 2014 ; Oxley et al., 2013). La durée de l'intervention joue également un rôle clé : chaque minute supplémentaire augmente le risque d'infection, soulignant l'importance d'une planification efficace et d'une exécution rapide mais précise (Pacchiana et al., 2003 ; Krotscheck et al., 2012).

En cas d'apparition d'une infection, la gestion des SIO dépend de leur gravité et de leur localisation. Les infections superficielles peuvent généralement être traitées avec des antibiotiques systémiques appropriés et des soins locaux rigoureux, incluant le nettoyage régulier de la plaie et le drainage des abcès si nécessaire (Bergh et Peirone, 2012 ; Spencer et Daye, 2013). En revanche, les infections profondes nécessitent souvent une intervention plus invasive. Dans les cas où les implants sont impliqués, le retrait des dispositifs infectés peut être indispensable pour éradiquer l'infection, en

particulier lorsque le biofilm bactérien est confirmé. Cette étape est souvent suivie d'un protocole antibiotique prolongé, basé sur une culture bactérienne et un antibiogramme (Engel et al., 2023 ; Garnett et Daye, 2014).

Dans certains cas, les techniques modernes comme l'utilisation d'implants revêtus d'argent ont été explorées pour réduire les risques de colonisation bactérienne et de biofilm. Cependant, les résultats restent mitigés, certaines études n'ayant pas trouvé de bénéfice significatif par rapport aux implants standards (Engel et al., 2023). Une réhabilitation postopératoire soignée, avec des restrictions strictes d'activité et un suivi vétérinaire rapproché, est cruciale pour minimiser les risques d'infections secondaires (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Spencer et Daye, 2013).

Les SIO, qu'elles soient superficielles ou profondes, nécessitent une attention particulière dès la planification de la chirurgie et jusqu'au suivi postopératoire, afin de réduire leur incidence et de limiter leur impact sur la récupération de l'animal.

Déhiscence de plaie

La déhiscence de la plaie est une complication fréquente et préoccupante après une TPLO, survenant généralement dans les jours ou semaines suivant la chirurgie. Elle correspond à une séparation partielle ou complète des berges de l'incision chirurgicale et peut exposer les structures sous-jacentes à une contamination. Cette complication augmente le risque d'infections du site opératoire (SIO) et peut compromettre le processus de cicatrisation (Spencer et Daye, 2013 ; Garnett et Daye, 2014).

Facteurs de risque

La tension excessive sur la peau au niveau de l'incision est l'un des principaux facteurs de risque de déhiscence. Elle peut survenir chez les chiens présentant une faible couverture tissulaire sur la face médiale du tibia, une zone fréquemment exposée après une TPLO. Ce problème est particulièrement courant chez les chiens de grande taille ou obèses, où la peau peut être étirée au-delà de sa capacité normale pendant la fermeture chirurgicale (Nelson et al., 2003 ; Coletti et al., 2014). Une incision trop proche de la crête tibiale ou une mauvaise planification de la fermeture peuvent également contribuer à cette tension accrue (Bergh et Peirone, 2012).

La contamination peropératoire est un autre facteur de risque majeur. Une asepsie inadéquate, des instruments mal stérilisés ou un temps opératoire prolongé augmentent le risque de contamination, favorisant une inflammation locale et retardant la cicatrisation. Les chiens présentant des comorbidités, comme le diabète ou une immunosuppression, sont également plus susceptibles de développer une déhiscence en raison de leur capacité réduite à cicatriser (Pacchiana et al., 2003 ; Engel et al., 2023).

Traitement

Le traitement de la déhiscence de la plaie dépend de sa gravité et de l'étendue de la séparation des berges. Pour les cas mineurs, des soins locaux rigoureux sont souvent suffisants. Cela inclut un nettoyage régulier avec des solutions antiseptiques adaptées, comme la chlorhexidine diluée ou les solutions iodées, pour prévenir la colonisation bactérienne et accélérer la guérison (Spencer et Daye, 2013 ; Garnett et Daye, 2014).

L'application de pansements occlusifs ou semi-occlusifs favorise un environnement humide, optimisant la cicatrisation et réduisant le risque d'infection (Engel et al., 2023).

Pour les cas plus graves, une révision chirurgicale peut être nécessaire. Cela implique généralement un débridement des tissus nécrotiques ou infectés, suivi d'une nouvelle fermeture chirurgicale sous conditions aseptiques strictes. Dans certains cas, des techniques de fermeture avancées, comme les sutures de renforcement ou l'utilisation de lambeaux cutanés locaux, peuvent être nécessaires pour minimiser la tension sur la plaie (Nelson et al., 2003 ; Bergh et Peirone, 2012). Une couverture antibiotique systémique est souvent recommandée, particulièrement si la plaie est contaminée ou si une infection est suspectée (Pacchiana et al., 2003 ; Engel et al., 2023).

Migration ou débricolage d'implants

La migration ou le débricolage des implants est une complication potentiellement grave après une TPLO, compromettant la stabilité de l'ostéotomie et pouvant entraîner des douleurs, des boiteries persistantes, voire des lésions osseuses ou tissulaires supplémentaires. L'incidence varie selon les études, avec des taux signalés entre 1 % et 5 % des cas, en fonction des techniques utilisées et des caractéristiques du patient (Bergh et Peirone, 2012 ; Spencer et Daye, 2013 ; Coletti et al., 2014).

Causes

Forces mécaniques excessives

La surcharge mécanique sur les implants est une cause majeure de leur débricolage ou migration. Cette surcharge peut provenir d'un poids excessif du chien, d'une reprise trop précoce de l'activité physique, ou d'une rotation insuffisante du plateau tibial, qui laisse persister des forces de cisaillement résiduelles sur l'articulation (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Garnett et Daye, 2014). Les implants sont soumis à des contraintes mécaniques continues, et leur capacité à maintenir l'ostéotomie dépend directement de la répartition adéquate de ces forces. Une fixation inadéquate de l'implant ou un angle de rotation incorrect augmentent significativement ce risque (Tuttle et Manley, 2009 ; Nelson et al., 2003).

Mauvaise fixation

Une mauvaise fixation des plaques ou des vis est souvent due à des erreurs techniques, telles qu'un positionnement incorrect ou une sélection inappropriée des implants. Par exemple, des vis mal orientées peuvent provoquer une instabilité de l'ostéotomie, facilitant la migration des implants. De même, une plaque mal adaptée à la courbure tibiale peut entraîner un mauvais contact avec l'os, réduisant ainsi la rigidité globale du montage (Krotscheck et al., 2012 ; Bergh et Peirone, 2012). La qualité osseuse du patient joue également un rôle clé : les chiens âgés ou souffrant d'ostéoporose sont particulièrement à risque en raison de leur faible densité osseuse, qui diminue la résistance mécanique des implants (Pacchiana et al., 2003 ; Moles et Glyde, 2009).

Gestion

Lorsqu'un débricolage ou une migration des implants est détecté, une intervention rapide est souvent nécessaire pour prévenir des dommages supplémentaires à

l'ostéotomie ou à l'articulation. Une correction chirurgicale consiste généralement à repositionner ou resserrer les vis, à ajuster la plaque, ou à utiliser des implants supplémentaires pour renforcer la fixation (Spencer et Daye, 2013 ; Garnett et Daye, 2014). Dans certains cas, une nouvelle ostéotomie peut être nécessaire si l'instabilité a entraîné une fracture ou une non-union osseuse (Bergh et Peirone, 2012).

Dans les cas où les implants sont gravement compromis, comme une fracture de la plaque ou une vis cassée, leur remplacement est indispensable. Cela peut impliquer l'utilisation de plaques verrouillées, qui offrent une meilleure résistance aux forces mécaniques, ou de vis autotaraudantes, mieux adaptées aux os de faible densité (Krotscheck et al., 2012 ; Coletti et al., 2014). Le retrait des implants doit être réalisé avec précaution pour éviter de nouvelles lésions osseuses, en particulier dans les cas où les implants se sont déjà intégrés dans l'os ou lorsqu'un biofilm bactérien est présent (Engel et al., 2023).

Complications fonctionnelles

Persistance de l'instabilité articulaire

La persistance de l'instabilité articulaire après une TPLO est une complication fonctionnelle qui peut affecter considérablement la récupération de l'animal. Elle se caractérise par une incapacité à stabiliser complètement l'articulation du genou, entraînant des boiteries persistantes, une douleur chronique et une progression accélérée de l'arthrose. Cette instabilité résiduelle est généralement attribuable à des erreurs techniques, mais peut également être liée à des lésions ligamentaires secondaires ou à des anomalies biomécaniques (Bergh et Peirone, 2012 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Une rotation insuffisante du plateau tibial est l'une des causes principales de l'instabilité articulaire persistante. Lorsqu'une rotation de l'ostéotomie est trop faible, les forces de cisaillement exercées sur l'articulation ne sont pas complètement neutralisées, laissant persister une translation crâniale du tibia par rapport au fémur. Cette condition est fréquemment liée à une planification inadéquate de l'angle de rotation avant la chirurgie, ou à une exécution imprécise de l'ostéotomie (Pacchiana et al., 2003 ; Spencer et Daye, 2013). De plus, les chiens ayant un angle de plateau tibial initialement très élevé nécessitent une rotation plus importante pour atteindre la neutralisation biomécanique, augmentant le risque d'une rotation sous-optimale (Garnett et Daye, 2014 ; Krotscheck et al., 2012).

Une surcharge des structures ligamentaires restantes peut survenir en raison d'une rotation excessive ou d'une mauvaise répartition des forces après la TPLO, aggravant l'instabilité (Bergh et Peirone, 2012 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Les conséquences cliniques de l'instabilité articulaire persistante incluent une boiterie prolongée, des douleurs articulaires, et une réduction de la qualité de vie de l'animal. Cette instabilité contribue également à une progression accélérée de l'arthrose, car les contraintes biomécaniques anormales favorisent la dégradation du cartilage articulaire. Ces complications fonctionnelles peuvent également diminuer la satisfaction des propriétaires, en particulier lorsqu'une amélioration immédiate de la fonction articulaire était attendue après la chirurgie (Pacchiana et al., 2003 ; Coletti et al., 2014).

Les réinterventions chirurgicales sont souvent nécessaires pour corriger l'instabilité articulaire persistante. Cela peut inclure une révision de l'ostéotomie pour ajuster la rotation du plateau tibial, nécessitant une nouvelle coupe osseuse et un repositionnement des implants. Dans les cas où des lésions ligamentaires résiduelles sont identifiées, une stabilisation secondaire à l'aide de techniques telles que des greffes ligamentaires ou des sutures extracapsulaires renforcées peut être envisagée (Spencer et Daye, 2013 ; Garnett et Daye, 2014). Une réhabilitation postopératoire stricte et un suivi radiographique permettent de surveiller l'évolution et d'optimiser les résultats après la révision (Bergh et Peirone, 2012 ; Nelson et al., 2003).

Lésions méniscales secondaires

Les lésions méniscales secondaires après TPLO concernent principalement le ménisque médial, en raison de sa fixation rigide au ligament collatéral médial, qui le rend particulièrement vulnérable. Leur incidence est rapportée entre 5 % et 13 %, et elles sont une cause fréquente de boiterie postopératoire persistante. Ces lésions peuvent survenir en raison d'une évaluation peropératoire insuffisante ou de forces biomécaniques résiduelles (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Spencer et Daye, 2013 ; Kalff et al., 2011).

Les lésions non détectées sont souvent le résultat d'une inspection méniscale inadéquate pendant la chirurgie. Une arthrotomie ou une arthroscopie mal réalisée peut laisser passer des lésions préexistantes, ce qui entraîne des douleurs persistantes et une instabilité articulaire. L'utilisation systématique d'un probe méniscal au cours de l'inspection arthroscopique améliore considérablement la détection des lésions, mais cela n'est pas toujours intégré aux pratiques standards (Spencer et Daye, 2013 ; Kalff et al., 2011).

Les forces de cisaillement résiduelles, causées par une rotation insuffisante du plateau tibial, constituent une cause majeure de lésions méniscales secondaires. Une rotation sous-optimale ne parvient pas à neutraliser les forces de cisaillement crânial, exposant ainsi le ménisque médial à des contraintes continues. Ces forces répétées peuvent provoquer des déchirures progressives ou aggraver des lésions dégénératives déjà présentes (Gatineau et al., 2011 ; Pozzi et al., 2006).

La libération méniscale est une technique autrefois utilisée pour prévenir les lésions secondaires. Elle consiste à relâcher le ménisque médial de sa fixation tibiale afin de lui permettre une plus grande mobilité, réduisant ainsi les risques de pincement entre les surfaces articulaires. Cependant, cette procédure reste controversée. Bien qu'elle diminue le risque de lésions secondaires, elle peut également altérer la fonction biomécanique du ménisque et augmenter les charges sur les surfaces articulaires, favorisant ainsi l'arthrose (Slocum et Slocum, 1993 ; Thieman et al., 2006 ; Gatineau et al., 2011). Les indications pour la libération méniscale varient selon les auteurs, certains la réservant aux cas présentant un risque élevé de lésions secondaires ou lorsque le ménisque montre déjà des signes de pathologie (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Spencer et Daye, 2013). Il semblerait qu'à l'heure actuelle cette technique soit de moins en moins pratiquée.

Lorsque des lésions méniscales secondaires sont diagnostiquées après la chirurgie, le traitement implique généralement une méniscectomie partielle ou complète pour

retirer les parties lésées. Cette intervention vise à réduire la douleur et à restaurer la fonction articulaire, bien qu'elle puisse accélérer la progression de l'arthrose à long terme en raison de la perte de la fonction d'amortissement du ménisque (Pozzi et al., 2006 ; Spencer et Daye, 2013). Une inspection articulaire rigoureuse pendant la chirurgie initiale et une prise en charge rapide des complications postopératoires sont essentielles pour minimiser l'impact de ces lésions sur la récupération fonctionnelle de l'animal (Bergh et Peirone, 2012 ; Kalff et al., 2011).

« *Rock-back* » du plateau

Le "rock-back" du plateau tibial est une complication postopératoire de la TPLO, caractérisée par une perte de réduction de l'ostéotomie, conduisant à une inclinaison caudale du plateau tibial et à une augmentation de l'angle du plateau tibial (TPA). Cette augmentation entraîne souvent une réapparition des forces de cisaillement crânial, compromettant la stabilité de l'articulation et augmentant le risque de complications telles que des fractures ou une défaillance des implants (Bula, 2021 ; Mclean et al., 2024).

Définition et mécanismes

Le "rock-back" survient lorsque les forces mécaniques appliquées sur le montage chirurgical provoquent un déplacement progressif du segment tibial proximal. Cela peut être lié à une fixation insuffisante, à une inclinaison excessive de la plaque par rapport à l'axe mécanique tibial, ou à une orientation incorrecte de l'ostéotomie (Bula, 2021 ; Mclean et al., 2024). Des études ont montré que la migration caudale de la charge appliquée sur le tibia augmente le bras de levier entre le point d'application de la charge et la plaque, exacerbant le phénomène de basculement (Slocum et Devine, 1993 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Des analyses récentes indiquent que l'angle de la coupe de sortie de l'ostéotomie (Exit Cut Angle, ECA) et l'inclinaison de la plaque sont des facteurs contributifs. Les modèles expérimentaux ont démontré que les plaques positionnées parallèlement à l'axe mécanique tibial réduisent significativement l'ampleur du "rock-back", tandis qu'une inclinaison oblique augmente le risque de basculement (Bula, 2021 ; Mclean et al., 2024).

Prévention

La prévention du "rock-back" repose sur une planification chirurgicale méticuleuse et une technique rigoureuse. Les mesures suivantes sont essentielles :

- Positionnement précis de la plaque : Il est recommandé de positionner la plaque parallèlement à la corticale tibiale caudale, alignée avec l'axe mécanique tibial, pour minimiser les forces de cisaillement sur l'ostéotomie (Bula, 2021 ; Slocum et Slocum, 1993).
- Contrôle de l'orientation de l'ostéotomie : Une coupe trop inclinée ("downhill cut") peut générer des forces de cisaillement accrues et doit être évitée. Les guides chirurgicaux doivent être utilisés pour garantir un alignement optimal (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Mclean et al., 2024).

- Utilisation d'implants verrouillés : Les plaques verrouillées offrent une meilleure stabilité mécanique, réduisant ainsi le risque de défaillance de la fixation et de "rock-back" (Nelson et al., 2003 ; Spencer et Daye, 2013).

Les études récentes soulignent également l'importance d'un suivi postopératoire attentif. Des radiographies régulières permettent de détecter précocement tout changement de l'angle du plateau tibial, permettant une intervention rapide si nécessaire (Bula, 2021 ; Mclean et al., 2024).

Complications osseuses

Fractures du tibia

Les fractures secondaires après une TPLO incluent les fractures de stress et les fractures complètes, survenant généralement dans les semaines suivant la chirurgie. Ces fractures constituent une complication préoccupante car elles compromettent la stabilité de l'ostéotomie et nécessitent souvent des interventions supplémentaires (Stauffer et al., 2006 ; Tuttle et Manley, 2009).

Les fractures de stress sont causées par des microtraumatismes répétés sur un os fragilisé. Elles surviennent généralement à proximité des implants ou des zones de l'ostéotomie. Ces fractures sont souvent associées à une mobilisation précoce du chien ou à une surcharge mécanique, comme chez les chiens obèses ou hyperactifs (Pacchiana et al., 2003 ; McDougall et al., 2021). Une ostéotomie mal exécutée, où la coupe fragilise de manière excessive la corticale osseuse, est également un facteur de risque (Leitner et al., 2008 ; Gollnick et al., 2024).

Les fractures complètes autour des implants ou dans les zones distales du tibia après une TPLO peuvent être favorisées par des forces mécaniques importantes, souvent exercées sur une ostéotomie instable. Une fixation inadéquate ou une orientation incorrecte des vis peut intensifier ces contraintes, augmentant ainsi le risque de fracture (Nelson et al., 2003 ; Hans et al., 2017).

De plus, les fractures complètes sont souvent associées à des modifications significatives du plateau tibial nécessitant une rotation importante. Ce processus augmente les contraintes sur la diaphyse tibiale, particulièrement en cas d'instabilité biomécanique ou de gestion sous-optimale des forces post-chirurgicales (Tuttle et Manley, 2009 ; Conkling et al., 2010).

L'utilisation d'un jig pour stabiliser l'ostéotomie peut paradoxalement contribuer à des fractures tibiales. Lorsqu'un jig est utilisé de manière incorrecte, comme dans le cas d'une insertion excentrique des broches dans la corticale tibiale ou d'une tension excessive sur les segments osseux, le stress sur la diaphyse tibiale peut être augmenté. Cette situation prédispose à des fractures de fatigue ou à des fractures par compression dans les zones d'insertion des broches (Bergh et Peirone, 2012 ; Oxley et al., 2013).

Une mobilisation précoce ou une reprise trop rapide de l'activité physique est un facteur de risque majeur. Cela est particulièrement fréquent chez les chiens actifs ou ceux dont les propriétaires ne respectent pas les restrictions postopératoires (Stauffer et al., 2006 ; Solano et al., 2015). Les forces dynamiques répétées sur le site de

l'ostéotomie augmentent les risques de microfractures évoluant vers des fractures complètes (Mathis et al., 2015).

Une ostéotomie trop large ou mal positionnée peut compromettre la résistance structurelle du tibia. Les coupes proches de la corticale ou une inclinaison excessive augmentent considérablement le risque de fractures secondaires (Pacchiana et al., 2003 ; Leitner et al., 2008). L'utilisation d'implants inadaptés, tels que des vis de diamètre insuffisant ou mal positionnées, peut également contribuer à l'instabilité (Tuttle et Manley, 2009 ; Gollnick et al., 2024).

La prévention des fractures secondaires repose sur une planification rigoureuse de la chirurgie, incluant des radiographies ou des scanners pour évaluer l'anatomie osseuse et les contraintes biomécaniques (Hans et al., 2017 ; Mathis et al., 2015). Les plaques verrouillées et les vis autotaraudantes bien adaptées à la morphologie osseuse du chien permettent de minimiser les risques de défaillance (Conkling et al., 2010 ; Gollnick et al., 2024).

Le traitement des fractures secondaires dépend de leur gravité. Les fractures de stress peuvent souvent être gérées par une restriction stricte de l'activité et une surveillance radiographique régulière pour suivre la consolidation (Pacchiana et al., 2003 ; Stauffer et al., 2006). Les fractures complètes nécessitent généralement une intervention chirurgicale, incluant une réduction ouverte et une fixation interne avec des plaques anatomiques ou des vis adaptées (Nelson et al., 2003 ; Solano et al., 2015). La réhabilitation postopératoire, incluant des exercices progressifs, est essentielle pour limiter les risques de complications supplémentaires (McDougall et al., 2021 ; Gollnick et al., 2024).

Fractures de la fibula

Les fractures de la fibula après une TPLO sont des complications peu fréquentes mais importantes à considérer. Elles surviennent principalement à cause de contraintes biomécaniques accrues ou d'erreurs techniques pendant la chirurgie.

L'incidence des fractures de la fibula après TPLO varie de 0,4 % à 15 %, selon les études et les circonstances cliniques (Peirone et al., 2012 ; Tuttle et Manley, 2009). Ces fractures peuvent survenir pendant la chirurgie, en raison de rotations excessives ou de traumatismes directs, ou après, souvent en conjonction avec des échecs d'implantation ou des fixations instables (Peirone et al., 2012).

Les facteurs de risque identifiés comprennent :

- Angle du plateau tibial élevé avant chirurgie : Un angle initial plus grand nécessite des corrections plus importantes, augmentant les contraintes sur la fibula (Tuttle et Manley, 2009).
- Absence d'utilisation d'un guide de stabilisation (jig) : L'absence d'un jig augmente significativement le risque de fracture, en raison d'un alignement moins précis lors de la rotation du plateau tibial (Peirone et al., 2012).
- Type de plaque utilisé : Les plaques verrouillées sont associées à une incidence légèrement plus élevée de fractures en raison de leur rigidité accrue, qui modifie

les contraintes sur les structures environnantes (Tuttle et Manley, 2009 ; Peirone et al., 2012).

Les fractures de la fibula sont souvent asymptomatiques et découvertes fortuitement lors des radiographies de suivi. Cependant, elles peuvent parfois provoquer une boiterie persistante ou un gonflement localisé si elles sont associées à une instabilité de l'ostéotomie ou à des implants défaillants (Tuttle et Manley, Veterinary Surgery, 2009).

La prise en charge des fractures de la fibula dépend de leur gravité. La plupart des fractures isolées, en particulier celles non déplacées, ne nécessitent pas de traitement chirurgical et sont gérées par une restriction d'activité et un suivi radiographique (Peirone et al., 2012). Dans les cas graves où les fractures sont instables ou accompagnées d'une instabilité de l'ostéotomie, une fixation interne est nécessaire. Cela peut inclure l'utilisation de broches ou de plaques spécifiques pour stabiliser les fragments osseux (Tuttle et Manley, 2009).

Pour réduire le risque de fracture de la fibula, il est essentiel de :

- Utiliser un guide de stabilisation (jig) : Cet outil aide à maintenir un alignement précis pendant la rotation du plateau tibial (Peirone et al., 2012).
- Limiter les rotations excessives : La planification chirurgicale doit viser à éviter des corrections excessives de l'angle du plateau tibial, ce qui diminue les contraintes mécaniques (Tuttle et Manley, 2009).
- Choisir les implants avec précaution : Les plaques verrouillées doivent être utilisées avec prudence, et leur implantation doit être optimisée pour minimiser les forces transmises à la fibula (Tuttle et Manley, 2009 ; Peirone et al., 2012).

Retard de consolidation ou non-union

Le retard de consolidation et la non-union osseuse après TPLO constituent des complications préoccupantes, souvent associées à une mauvaise stabilité de l'ostéotomie ou à une qualité osseuse insuffisante. Ces conditions peuvent compromettre la récupération fonctionnelle de l'articulation et nécessitent des interventions correctives complexes (Stauffer et al., 2006 ; Tuttle et Manley, 2009 ; McDougall et al., 2021).

Les principales causes de retard de consolidation incluent une ostéotomie instable, généralement due à une fixation inadéquate des implants ou à une ostéotomie mal alignée. Une instabilité mécanique réduit l'apposition osseuse et ralentit la formation de callosités, augmentant ainsi le risque de non-union (Pacchiana et al., 2003 ; Leitner et al., 2008). La qualité osseuse joue également un rôle clé, en particulier chez les chiens âgés ou souffrant d'ostéoporose, où la densité osseuse réduite limite la capacité de l'os à intégrer les implants et à cicatriser correctement (Nelson et al., 2003 ; Gollnick et al., 2024).

La gestion inadéquate de l'activité postopératoire, notamment une reprise prématurée de l'exercice, exacerbe ces risques. Les forces mécaniques excessives sur une ostéotomie en cours de guérison peuvent provoquer des microfractures ou des

déplacements, ralentissant davantage le processus de consolidation (Mathis et al., 2015 ; Hans et al., 2017).

Les greffes osseuses constituent une approche efficace pour stimuler la consolidation en cas de retard de cicatrisation ou de non-union. Les greffes autologues, prélevées sur le chien lui-même, fournissent une matrice osseuse, des cellules ostéogéniques et des facteurs de croissance, favorisant ainsi une régénération rapide (Stauffer et al., 2006 ; Leitner et al., 2008). Les greffes allogéniques ou synthétiques, bien que moins biologiquement actives, sont également utilisées pour combler les grands défauts osseux.

En cas de non-union persistante ou de déplacement de l'ostéotomie, une révision chirurgicale est souvent nécessaire. Cela implique généralement une stabilisation renforcée de l'ostéotomie avec des implants verrouillés ou des plaques anatomiques adaptées, ainsi qu'une exploration pour éliminer toute infection potentielle ou matériel nécrotique (Tuttle et Manley, 2009 ; Gollnick et al., 2024). Des vis autotaraudantes ou des techniques de compression dynamique peuvent être intégrées pour améliorer la stabilité (McDougall et al., 2021 ; Nelson et al., 2003).

La gestion postopératoire est cruciale pour garantir le succès des interventions. Cela inclut un suivi radiographique régulier pour évaluer la progression de la consolidation et des restrictions strictes de l'activité physique pendant plusieurs semaines (Mathis et al., 2015 ; Leitner et al., 2008).

Fractures de la patella

Les fractures de la patella après TPLO sont une complication rare mais significative, ayant des implications importantes sur la récupération fonctionnelle de l'articulation du genou chez le chien. Une compréhension approfondie des mécanismes, des facteurs de risque, des signes cliniques et des options thérapeutiques est essentielle pour une gestion optimale.

Les études rapportent une incidence des fractures de la patella post-TPLO variant de 0,09 % à 2 %. Ces fractures surviennent souvent à la suite de contraintes biomécaniques accrues, notamment dues à une diminution excessive de l'angle du plateau tibial (TPA). Wa Chiu et al. (2018) ont montré que la rotation excessive du plateau tibial au cours de la chirurgie augmente significativement le risque de surcharge sur le mécanisme extenseur, en particulier si l'angle final est inférieur à 5 degrés. Ces observations concordent avec celles de Frederick et al. (2021), qui ont noté une augmentation du risque de fracture de 21,7 % pour chaque degré supplémentaire de réduction du TPA en dessous de la normale. Les erreurs techniques, comme un positionnement incorrect de l'ostéotomie, aggravent également ce risque (Wa Chiu et al., 2018 ; Frederick et al., 2021).

Des facteurs tels que la morphologie de la patella, le positionnement des implants ou la qualité des tissus environnants peuvent également influencer la survenue de ces fractures. Une charge anormale sur la patella suite à un désalignement post-chirurgical est un facteur aggravant (Berg et Peirone, 2012).

Les fractures de la patella se manifestent typiquement par une boiterie soudaine et sévère, souvent accompagnée de gonflement et de douleur localisée à la palpation de

la région patellaire. Le diagnostic repose principalement sur l'imagerie radiographique, permettant de visualiser des fractures transversales ou comminutives. Geier et al. (2021) ont souligné que ces fractures peuvent parfois passer inaperçues en cas de symptômes discrets ou retardés, rendant les contrôles postopératoires cruciaux.

La prise en charge des fractures de la patella dépend de leur gravité et de la stabilité des fragments osseux :

- Traitement conservateur : Les fractures stables peuvent être traitées par repos strict, immobilisation et gestion de la douleur. Ce protocole permet généralement une cicatrisation osseuse sans intervention chirurgicale (Mehrkens et al., 2017 ; Berg et Peirone, 2012).
- Traitement chirurgical : Les fractures instables nécessitent une fixation interne. Wa Chiu et al. (2018) ont décrit avec succès l'utilisation de broches et de fils de tension pour stabiliser les fragments osseux. Dans les cas graves où la stabilité ne peut être obtenue, des procédures plus invasives, comme une excision partielle ou totale de la patella, peuvent être envisagées.

La prévention repose sur une technique chirurgicale précise et une planification rigoureuse. Il est essentiel de maintenir un TPA final supérieur ou égale à 5 degrés pour minimiser le stress biomécanique sur la patella. Wa Chiu et al. (2018) insistent sur l'importance d'éviter une correction excessive et de respecter les limites biomécaniques individuelles de chaque patient.

Complications chroniques

Arthrose progressive

L'arthrose progressive après TPLO est une complication chronique courante, caractérisée par des changements dégénératifs continus de l'articulation, même après une intervention chirurgicale réussie. Bien que la TPLO soit conçue pour stabiliser l'articulation et réduire les forces de cisaillement crânial, elle n'élimine pas complètement les mécanismes dégénératifs déjà en cours (Rayward et al., 2004 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Plusieurs études ont montré que, bien que la TPLO puisse ralentir la progression de l'arthrose, elle ne l'arrête pas complètement. Des études prospectives ont révélé une augmentation significative des scores d'ostéophytes six mois après la chirurgie, en particulier chez les chiens présentant des lésions méniscales concomitantes, suggérant que l'instabilité articulaire résiduelle et les lésions mécaniques continuent d'aggraver la dégénérescence articulaire (Rayward et al., 2004 ; Gatineau et al., 2011).

Les lésions préexistantes, telles que les lésions méniscales ou les dommages cartilagineux causés par l'instabilité chronique avant la chirurgie, jouent un rôle important dans la progression de l'arthrose. Ces facteurs peuvent être exacerbés par des forces biomécaniques résiduelles dues à une rotation insuffisante ou excessive du plateau tibial (Fitzpatrick et Solano, 2010 ; Bergh et Peirone, 2012).

La gestion de l'arthrose chronique après une TPLO repose sur une approche multidisciplinaire, combinant des interventions médicales et chirurgicales. Les traitements médicaux incluent l'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

pour contrôler la douleur et l'inflammation, ainsi que des suppléments articulaires comme la glucosamine et le sulfate de chondroïtine, qui visent à soutenir la santé du cartilage (Lazar et al., 2005 ; Bergh et al., 2014).

Des thérapies physiques, telles que la physiothérapie et l'hydrothérapie, sont souvent intégrées pour améliorer la fonction articulaire, renforcer les muscles environnants et réduire les boiteries chroniques (Oxley et al., 2013). L'utilisation d'orthèses ou de dispositifs de soutien peut également être bénéfique pour réduire les charges articulaires excessives.

Dans les cas graves où l'arthrose entraîne une boiterie persistante et une douleur invalidante, une intervention chirurgicale supplémentaire peut être envisagée. Cela inclut des techniques telles que l'arthroplastie ou, dans les cas extrêmes, une arthrodèse pour stabiliser l'articulation et soulager la douleur (Nelson et al., 2003 ; Krotscheck et al., 2012).

La TPLO, bien qu'efficace pour restaurer la fonction articulaire et réduire les forces de cisaillement crânial, ne peut pas inverser les processus dégénératifs déjà installés. Une gestion proactive et continue est essentielle pour limiter la progression de l'arthrose et améliorer la qualité de vie à long terme des chiens traités.

Douleurs persistantes ou boiterie

La douleur persistante ou la boiterie après une TPLO est une complication complexe, souvent multifactorielle, qui peut considérablement affecter la qualité de vie de l'animal. Ces symptômes résultent fréquemment de complications non diagnostiquées ou de changements dégénératifs chroniques, tels que la fibrose articulaire, nécessitant une approche thérapeutique multidisciplinaire (Stauffer et al., 2006 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Les complications sous-jacentes, telles que les lésions méniscales résiduelles, les infections du site opératoire ou les défauts d'alignement post-chirurgical, peuvent être à l'origine de douleurs persistantes ou de boiterie prolongée. Une étude a révélé que les lésions méniscales non identifiées ou insuffisamment traitées représentent une cause majeure de boiterie postopératoire, avec des taux d'incidence allant jusqu'à 10 % (Bergh et al., 2014 ; Spencer et Daye, 2013). De même, les infections chroniques, bien que parfois subcliniques, peuvent entraîner une inflammation persistante et une gêne importante pour l'animal (Engel et al., 2023 ; Krotscheck et al., 2012).

La fibrose articulaire, souvent secondaire à une inflammation prolongée ou à une instabilité articulaire persistante, peut réduire significativement l'amplitude des mouvements de l'articulation et entraîner des douleurs mécaniques. Ce phénomène est amplifié par un manque de mobilisation ou une rééducation inadéquate, entraînant une raideur articulaire progressive (Coletti et al., 2014 ; Nelson et al., 2003).

La rééducation postopératoire est essentielle pour réduire la douleur et améliorer la fonction articulaire. Cela comprend des exercices de physiothérapie adaptés, tels que l'hydrothérapie, la mobilisation passive et les exercices de renforcement musculaire. Ces interventions visent à restaurer la mobilité articulaire et à réduire les adhérences associées à la fibrose articulaire (Lazar et al., 2005 ; Oxley et al., 2013). Une étude a montré que les chiens ayant suivi un protocole de rééducation intensif présentaient

une amélioration significative de la boiterie et de la douleur par rapport à ceux n'ayant pas bénéficié de cette approche (Fitzpatrick et Solano, 2010).

En cas de complications persistantes, une réintervention chirurgicale peut être nécessaire. Cela peut inclure une arthroscopie pour traiter les lésions méniscales résiduelles ou retirer les tissus fibreux obstructifs. Dans les cas où des infections sont confirmées, le retrait des implants suivi d'un traitement antibiotique ciblé peut être requis (Bergh et al., 2014 ; Spencer et Daye, 2013). Les chirurgies de révision, bien qu'invasives, sont souvent nécessaires pour corriger les défauts anatomiques responsables des douleurs chroniques (Nelson et al., 2003).

Problèmes à long terme liés aux implants

Les problèmes à long terme liés aux implants après TPLO incluent des réactions osseuses ou tissulaires locales et, dans certains cas, des indications pour un retrait tardif des implants. Ces complications, bien qu'inférieures à 5 % selon certaines études, peuvent être invalidantes pour l'animal et nécessiter des interventions supplémentaires (Thompson et al., 2011 ; Krotscheck et al., 2012).

Les réactions osseuses incluent la formation d'un cal osseux excessif, des signes de lyse osseuse ou des ostéomyélites localisées. Une étude rétrospective a révélé que des modifications radiographiques telles que des zones de lucidité ou de nouvelle formation osseuse étaient présentes chez 25 % des chiens nécessitant un retrait d'implants, souvent associées à une inflammation chronique ou à une infection subclinique (Thompson et al., 2011 ; Boudrieau et al., 2006).

Les réactions des tissus mous incluent des fistules ou des trajets drainants persistants, généralement secondaires à des infections de bas grade ou à des micro-irritations mécaniques causées par des implants mal adaptés. Des implants fabriqués par moulage (comme les plaques Slocum) ont été associés à un risque plus élevé de corrosion locale et de réactions tissulaires, en raison d'irrégularités de surface favorisant la formation de biofilms bactériens (Charles et Ness, 2006 ; Lackowski et al., 2007).

Le retrait des implants est indiqué en cas de complications persistantes telles que des trajets drainants récurrents, une douleur chronique ou une suspicion d'infection. Une étude a révélé que les implants étaient enlevés en moyenne 16 mois après la chirurgie initiale, principalement en raison de signes cliniques d'inflammation ou d'infections confirmées par culture bactérienne (Thompson et al., 2011 ; Engel et al., 2023).

Le retrait des implants peut également être envisagé en cas de sarcomes associés aux implants, bien que cette complication reste rare. Une étude a identifié des cas isolés d'ostéosarcomes survenus plusieurs années après une TPLO, principalement autour des plaques moulées, soulignant l'importance d'une surveillance à long terme (Thompson et al., 2011 ; Bergh et Peirone, 2012).

L'utilisation de plaques modernes, telles que les plaques verrouillées pré-contournées, réduit les risques de réactions locales en minimisant les irrégularités de surface et en assurant une meilleure intégration mécanique et biologique (Krotscheck et al., 2012 ; Lackowski et al., 2007).

Gestion globale des complications

La gestion globale des complications après une TPLO repose sur trois piliers essentiels : des stratégies de prévention en préopératoire, un suivi postopératoire intensif et le contrôle radiographique, ainsi que l'éducation approfondie des propriétaires. Ces éléments combinés permettent de minimiser l'incidence des complications et d'améliorer les résultats fonctionnels de la chirurgie.

Stratégies de prévention en préopératoire

Une planification rigoureuse en préopératoire est fondamentale pour prévenir les complications. Cela inclut l'évaluation des facteurs de risque individuels du patient, tels que l'âge, la race, le poids corporel et la santé générale. Les chiens obèses, les grandes races et ceux présentant des pathologies concomitantes, comme le diabète, sont plus susceptibles de développer des complications postopératoires et nécessitent une prise en charge adaptée (Pacchiana et al., 2003 ; Stauffer et al., 2006 ; Nelson et al., 2003).

L'imagerie diagnostique de haute qualité, comme les radiographies et parfois la tomodensitométrie, est indispensable pour planifier précisément l'ostéotomie. Une préparation minutieuse du site opératoire, incluant des protocoles de stérilisation stricts et l'administration prophylactique d'antibiotiques, réduit également significativement le risque d'infections du site opératoire (Bergh et Peirone, 2012 ; Engel et al., 2023).

Suivi postopératoire intensif et contrôle radiographique

Le suivi postopératoire intensif est essentiel pour détecter précocement les complications et intervenir rapidement. Les radiographies régulières permettent de surveiller la stabilité des implants et la progression de la consolidation osseuse. Un contrôle radiographique à six à huit semaines est particulièrement important pour évaluer la cicatrisation osseuse et identifier des complications telles que le "rock-back" ou les fractures secondaires (Thompson et al., 2011 ; Krotscheck et al., 2012).

L'observation clinique, incluant l'évaluation de la boiterie, de la douleur et de la mobilité articulaire, est complémentaire. Les signes subtils d'infection ou d'instabilité doivent être explorés par des examens approfondis, notamment la culture bactérienne pour les fistules suspectes et des analyses supplémentaires si nécessaire (Oxley et al., 2013 ; McDougall et al., 2021).

Importance de l'éducation des propriétaires

L'éducation des propriétaires est un facteur souvent sous-estimé mais crucial pour prévenir les complications. Les propriétaires doivent comprendre l'importance des restrictions d'activité postopératoire, comme la limitation des exercices physiques pendant les premières semaines et l'importance de suivre les consignes du vétérinaire (Rayward et al., 2004 ; Lazar et al., 2005).

Une communication claire sur les signes avant-coureurs de complications, tels que des gonflements, des écoulements ou une boiterie persistante, est indispensable pour garantir une détection précoce. Les propriétaires bien informés sont plus susceptibles de signaler rapidement les anomalies et de respecter les rendez-vous de suivi, améliorant ainsi le pronostic global (Bergh et al., 2014 ; Spencer et Daye, 2013).

Perspectives et innovations

Les perspectives et innovations dans le domaine de la TPLO se concentrent sur des avancées technologiques, l'adoption de techniques mini-invasives et arthroscopiques, ainsi que le développement de méthodes chirurgicales personnalisées pour améliorer les résultats fonctionnels et réduire les complications.

Avancées technologiques : imagerie 3D et nouveaux implants

L'utilisation de l'imagerie tridimensionnelle (3D) pour la planification chirurgicale gagne en popularité. Les modèles osseux imprimés en 3D permettent une visualisation précise des structures tibiales et la conception de guides chirurgicaux spécifiques au patient, améliorant ainsi la précision de l'ostéotomie et le positionnement des implants. Une étude récente a démontré que ces techniques permettent de réduire les erreurs de positionnement des plaques et les complications liées à des mal alignements (Gollnick et al., 2024).

Les implants modernes, tels que les plaques verrouillées anatomiquement pré-contournées, représentent une avancée significative par rapport aux dispositifs plus anciens. Ces implants offrent une meilleure compatibilité mécanique et biologique, réduisant les risques de migration des implants et de défaillance structurelle. Des innovations dans les matériaux, tels que les alliages résistants à la corrosion, ont également diminué les complications liées aux réactions tissulaires ou osseuses (Thompson et al., 2011 ; Lackowski et al., 2007).

Rôle des approches mini-invasives et de l'arthroscopie

Les techniques mini-invasives, y compris l'utilisation de l'arthroscopie, sont de plus en plus utilisées pour évaluer et traiter les pathologies articulaires avant ou pendant une TPLO. L'arthroscopie permet une visualisation directe et détaillée de l'articulation, réduisant ainsi le risque de lésions iatrogènes et améliorant la précision du traitement des lésions méniscales (Stine et al., 2018 ; Rogatko et al., 2018). Une étude comparative a montré que les complications postopératoires étaient significativement réduites lorsque l'arthroscopie était utilisée par rapport aux approches ouvertes traditionnelles (Kalff et al., 2011 ; Spencer et Daye, 2013).

Les procédures mini-invasives diminuent également les traumatismes tissulaires, entraînant une récupération plus rapide et un retour à la fonction normalisé dans un délai plus court. Ces techniques, bien qu'exigeant une courbe d'apprentissage pour les chirurgiens, démontrent une efficacité supérieure dans des études cliniques (Guiot et Dejjardin, 2011 ; Fitzpatrick et Solano, 2010).

Développement de techniques chirurgicales personnalisées

L'adaptation des techniques chirurgicales aux besoins spécifiques de chaque patient devient une priorité. La prise en compte de facteurs tels que l'anatomie tibiale unique, le poids, et le niveau d'activité de l'animal permet de personnaliser la rotation du plateau tibial et la fixation de l'ostéotomie (Nelson et al., 2003 ; Boudrieau, 2009). Les modèles 3D offrent une opportunité de tester virtuellement plusieurs scénarios chirurgicaux avant l'intervention, augmentant ainsi les chances de succès (Gollnick et al., 2024).

Les innovations technologiques et les avancées méthodologiques représentent une étape essentielle dans l'évolution des pratiques chirurgicales vétérinaires, contribuant à une prise en charge plus précise, moins invasive et mieux adaptée aux besoins individuels des patients. L'intégration continue de ces technologies promet d'améliorer significativement les résultats cliniques tout en réduisant les complications postopératoires.

Conclusion

La TPLO reste une des techniques les plus efficaces pour traiter la rupture du ligament croisé crânial chez le chien, mais elle n'est pas exempte de complications. Les différentes étapes de la gestion des complications, qu'elles soient peropératoires, postopératoires ou chroniques, nécessitent une approche rigoureuse et multidisciplinaire pour garantir des résultats optimaux. Une compréhension approfondie des mécanismes sous-jacents, des facteurs de risque et des options thérapeutiques permet de réduire l'incidence et la gravité de ces complications.

La gestion proactive des complications commence dès la planification préopératoire avec une évaluation détaillée du patient, suivie d'une exécution chirurgicale minutieuse et d'un suivi postopératoire intensif. Les avancées technologiques, telles que l'imagerie 3D et les implants modernes, jouent un rôle notoire dans l'amélioration de la précision chirurgicale et la réduction des complications. Les approches mini-invasives et les techniques chirurgicales personnalisées représentent des perspectives prometteuses pour réduire les traumatismes chirurgicaux et optimiser les résultats.

En pratique vétérinaire, l'éducation des propriétaires reste un élément fondamental de la réussite du traitement. Une communication claire sur les soins postopératoires, les signes avant-coureurs de complications et l'importance des rendez-vous de suivi favorise une meilleure collaboration et un engagement renforcé des propriétaires, ce qui impacte directement le bien-être animal.

En conclusion, la TPLO, bien qu'exigeante, offre des résultats fonctionnels exceptionnels lorsqu'elle est réalisée avec une attention particulière à chaque étape. L'évolution des techniques et des outils, combinée à une gestion proactive et multidisciplinaire, continue d'améliorer les résultats cliniques tout en minimisant les risques. L'objectif ultime reste de garantir non seulement une articulation fonctionnelle, mais aussi une qualité de vie optimale pour les patients traités.

Références bibliographiques

1. Anderson, Oliver, Sophie Martin, Darren Carwardine, et Kevin Parsons. « **Permanent Iatrogenic Fibular Nerve Injury Following Tibial Plateau Levelling Osteotomy** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2024). <https://doi.org/10.1055/s-0044-1782240>.
2. Barnes, D. C., T. Trinterud, M. R. Owen, et M. A. Bush. « **Short-Term Outcome and Complications of TPLO Using Anatomically Contoured Locking Compression Plates in Small-Medium-Breed Dogs with Excessive Tibial Plateau Angle** ». *Journal of Small Animal Practice* 57 (2016): 305–310. <https://doi.org/10.1111/jsap.12486>.
3. Bergh, M. S., et B. Peirone. « **Complications of Tibial Plateau Levelling Osteotomy in Dogs** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* 25 (2012): 349–358. <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-09-0122>.
4. Bula, Edyta. « **Effect of Osteotomy and Plate Orientation on Tibial Plateau Rock-Back Following TPLO Using a Tibial Gap Model** ». Thèse, *Michigan State University* (2021).
5. Chiu, King Wa, Pierre M. Amsellem, Jenny Yu, Pui Shan Ho, et Robert Radasch. « **Risk Factors for Fibular Fracture After Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Veterinary Surgery* (2018). <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00844.x>.
6. Chiu, King Wa, Pierre M. Amsellem, Jenny Yu, Pui Shan Ho, et Robert Radasch. « **Influence of Fixation Systems on Complications After Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs Greater than 45.4 Kilograms** ». *Veterinary Surgery* (2018). <https://doi.org/10.1111/vsu.13151>.
7. Chiu, King Wa, Pierre M. Amsellem, Jenny Yu, Pui Shan Ho, et Robert Radasch. « **Complications Associated with 696 Tibial Plateau Leveling Osteotomies (2001–2003)** ». *Veterinary Surgery* (2019). <https://doi.org/10.5326/0420044>.
8. Coletti, Thomas J., et al. « **Complications Associated with Tibial Plateau Leveling Osteotomy: A Retrospective of 1519 Procedures** ». *Canadian Veterinary Journal* 55 (2014): 249–254.
9. Dan, Michael J., James Crowley, David Broe, Mervyn Cross, Chris Tan, et William R. Walsh. « **Patella Tendinopathy Zoobiquity: What Can We Learn from Dogs?** ». *The Knee* (2018). <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.11.010>.
10. Engdahl, Karolina S., Gudrun S. Boge, Annika F. Bergström, Elena R. Moldal, et Odd V. Höglund. « **Risk Factors for Severe Postoperative Complications in Dogs with Cranial Cruciate Ligament Disease – A Survival Analysis** ». *Preventive Veterinary Medicine* (2021). <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105350>.
11. Engel, Danielle M., Annette M. McCoy, et Mitchell A. Robbins. « **Silver-Coated Tibial Plateau Leveling Osteotomy Implants Do Not Improve Surgical Site Infection Rates over Noncoated Implants in a Randomized Trial in 73**

- Canines** ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* (2023). <https://doi.org/10.2460/javma.23.10.0592>.
12. Ferrari, Francesco, Roberto Tamburro, Maurizio Longo, Federica Alessandra Brioschi, Luigi Auletta, et Damiano Stefanello. « **Effect of Cranial Tibial Artery Laceration on Radiographic Bone Healing and Perioperative Complications in Dogs Undergoing Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Research in Veterinary Science* (2024). <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105322>.
 13. Fitzpatrick, Noel, et Miguel Angel Solano. « **Predictive Variables for Complications After TPLO with Stifle Inspection by Arthrotomy in 1000 Consecutive Dogs** ». *Veterinary Surgery* 39 (2010): 460–474. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00663.x>.
 14. Flesher, Kathryn, Brian S. Beale, et Caleb C. Hudson. « **Technique and Outcome of a Modified Tibial Plateau Levelling Osteotomy for Treatment of Concurrent Medial Patellar Luxation and Cranial Cruciate Ligament Rupture in 76 Stifles** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2019). <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676296>.
 15. Frederick, Steven W., et Alan R. Cross. « **Modified Cranial Closing Wedge Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Insufficiency in Dogs with Excessive Tibial Plateau Angles: Technique and Complications in 19 Cases** ». *Veterinary Surgery* 46 (2016): 403–411. <https://doi.org/10.1111/vsu.12614>.
 16. Garnett, Steve D., et R. Mark Daye. « **Short-Term Complications Associated with TPLO in Dogs Using 2.0 and 2.7 mm Plates** ». *Journal of the American Animal Hospital Association* 50 (2014): 396–404. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6074>.
 17. Gatineau, M., J. Dupuis, J. Planté, et M. Moreau. « **Retrospective Study of 476 Tibial Plateau Levelling Osteotomy Procedures: Rate of Subsequent 'Pivot Shift', Meniscal Tear and Other Complications** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* 24 (2011): 333–341. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-07-0109>.
 18. Geier, Cindy M., Steven W. Frederick, et Alan R. Cross. « **Evaluation of the Risk of Patella Fracture as the Result of Decreasing Tibial Plateau Angle Following Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Veterinary Surgery* (2020). <https://doi.org/10.1111/vsu.13640>.
 19. Gollnick, Hailey R., Jessica McCarthy, et Peter Muir. « **Tibial Fracture Associated with Use of Arthrex Self-Tapping Screws During Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs and Development of Transcortical Tibial Fracture** ». *Veterinary Surgery* (2024). <https://doi.org/10.1111/vsu.14134>.
 20. Haaland, P. J., et L. Sjöström. « **Luxation of the Long Digital Extensor Tendon as a Complication to Tibial Plateau Levelling Osteotomy: A**

- Presentation of Four Cases** ». *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 20 (2007): 224–226. <https://doi.org/10.1160/vcot-06-08-0064>.
21. Hans, Eric C., Matthew D. Barnhart, Shawn C. Kennedy, et Steven J. Naber. « **Comparison of Complications Following Tibial Tuberosity Advancement and Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Very Large and Giant Dogs (≥50 kg)** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2017). <https://doi.org/10.3415/VCOT-16-07-0106>.
22. Husi, Benjamin, Gudrun Overesch, Franck Forterre, et Ulrich Rytz. « **Surgical Site Infection after 769 Tibial Plateau Leveling Osteotomies** ». *Frontiers in Veterinary Science* (2023). <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1133813>.
23. Kalff, Stephen, Sarah Meachem, et Christopher Preston. « **Incidence of Medial Meniscal Tears After Arthroscopic Assisted Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Veterinary Surgery* 40 (2011): 952–956. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00910.x>.
24. Knebel, Julia, Daniela Eberle, Stephanie Steigmeier-Raith, Sven Reese, et Andrea Meyer-Lindenberg. « **Outcome after Tibial Plateau Levelling Osteotomy and Modified Maquet Procedure in Dogs with Cranial Cruciate Ligament Rupture** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2019). <https://doi.org/10.1055/s-0040-1701502>.
25. Knight, Rebekah, et Alan Danielski. « **Long-Term Complications Following Tibial Plateau Levelling Osteotomy in Small Dogs with Tibial Plateau Angles >30°** ». *Veterinary Record* (2018). <https://doi.org/10.1136/vr.104491>.
26. Korytárová, Natália, Sabine Kramer, Oliver Harms, et Holger A. Volk. « **Clinical Relevance of Positive Intraoperative Bacterial Culture in Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs: A Retrospective Study** ». *BMC Veterinary Research* (2024). <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04007-w>.
27. Kowaleski, Michael P., et al. « **Radiographic Outcome and Complications of Tibial Plateau Leveling Osteotomy Stabilized with an Anatomically Contoured Locking Bone Plate** ». *Veterinary Surgery* 42 (2013): 847–852. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12048.x>.
28. Krotscheck, Ursula, et al. « **Comparison of Tibial Plateau Angle, Bone Healing, and Intraarticular Screw Placement Using Conventional versus Locked TPLO Plates in Dogs** ». *Veterinary Surgery* 41 (2012): 931–937. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01053.x>.
29. Livet, Véronique, Arnaud Baldinger, Éric Viguier, Mathieu Taroni, Mathieu Harel, Claude Carozzo, et Thibaut Cachon. « **Comparison of Outcomes Associated with Tibial Plateau Levelling Osteotomy and a Modified Technique for Tibial Tuberosity Advancement for the Treatment of Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs** ». *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2019). <https://doi.org/10.1055/s-0039-1684050>.

30. Löfqvist, Karin, Mads Kjelgaard-Hansen, et Michelle Brønniche Møller Nielsen. « **Usefulness of C-Reactive Protein and Serum Amyloid A in Early Detection of Postoperative Infectious Complications to Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs** ». *Acta Veterinaria Scandinavica* (2018). <https://doi.org/10.1186/s13028-018-0385-5>.
31. McCormick, Mathew R. A., et Robert M. Daye. « **Use of a Jumbo Plate in Dogs Greater than 50 kg Following Tibial Plateau Leveling Osteotomy Does Not Prevent Increase in Tibial Plateau Angle through Convalescence** ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* (2024). <https://doi.org/10.2460/javma.23.07.0379>.
32. Marin, Karen, Marcos D. Unis, Jason E. Horgan, et James K. Roush. « **Risk Factors for Short-term Postoperative Complications in the 8 Weeks After Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs Weighing Less than 15 Kilograms: A Retrospective Study** ». *PLOS ONE* (2021). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247555>.
33. Matres-Lorenzo, Luis, Aidan McAlinden, Antoine Bernardé, et Fabrice Bernard. « **Control of Hemorrhage Through the Osteotomy Gap During Tibial Plateau Leveling Osteotomy: 9 Cases** ». *Veterinary Surgery* (2017). <https://doi.org/10.1111/vsu.12749>.
34. McDougall, Renee A., Daniel I. Spector, Robert C. Hart, David L. Dycus, et Hollis N. Erb. « **Timing of and Risk Factors for Deep Surgical Site Infection Requiring Implant Removal Following Canine Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Veterinary Surgery* (2021). <https://doi.org/10.1111/vsu.13634>.
35. McLean, Euan J., Merianna Foo, Yan S. Toh, Benjamin M. Kaye, et James O. Simcock. « **Effect of Plate Inclination and Osteotomy Positioning on Rock-Back Following Tibial Plateau Levelling Osteotomy in Dogs** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2024). <https://doi.org/10.1055/s-0044-1787692>.
36. Mehrkens, Lea R., Caleb C. Hudson, et Grayson L. Cole. « **Factors Associated with Early Tibial Tuberosity Fracture After Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Veterinary Surgery* (2017). <https://doi.org/10.1111/vsu.12915>.
37. Moles, A., et M. Glyde. « **Anatomical Investigation of the Canine Cranial Tibial Artery: A Potential Source of Severe Haemorrhage During Proximal Tibial Osteotomies** ». *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22 (2009): 351–355. <https://doi.org/10.3415/VCOT-09-01-0009>.
38. Newman, M. E., et K. A. Johnson. « **Suspected Intramedullary Bone Infarct Subsequent to Tibial Plateau Levelling Osteotomy in a Dog** ». *Australian Veterinary Journal* 93 (2015): 255–258. <https://doi.org/10.1111/avj.12336>.
39. Oxley, Bill, Toby J. Gemmill, et al. « **Comparison of Complication Rates and Clinical Outcome Between Tibial Plateau Leveling Osteotomy and a Modified CCWO for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Disease in**

- Dogs** ». *Veterinary Surgery* 42 (2013): 739–750. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12033.x>.
40. Pacchiana, Philip D., Ethan Morris, Sarah L. Gillings, Carl R. Jessen, et Alan J. Lipowitz. « **Surgical and Postoperative Complications Associated with Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs with Cranial Cruciate Ligament Rupture: 397 Cases (1998–2001)** ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 222, no. 2 (2003): 184–193. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.222.184>.
41. Pagès, Geoffrey, Meike Hammer, Jean-Guillaume Grand, et Iban Irubetagoiena. « **Long-term Outcome of Tibial Plateau Leveling Osteotomy Using an Antimicrobial Silver-Based Coated Plate in Dogs** ». *PLOS ONE* (2022). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272555>.
42. Peress, Raz, Sebastian Mejia, Marcos Unis, Giovanni Sotgiu, Simone Dore, et Kenneth Bruecker. « **Comparison of Intra- and Postoperative Complications Between Bilateral Simultaneous and Staged Tibial Plateau Levelling Osteotomy with Arthroscopy in 176 Cases** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2020). <https://doi.org/10.1055/s-0040-1716682>.
43. Priddy II, Nelson H., James L. Tomlinson, John R. Dodam, et Jennifer E. Hornbostel. « **Complications with and Owner Assessment of the Outcome of Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Rupture in Dogs: 193 Cases (1997–2001)** ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 222, no. 12 (2003): 1726–1732. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.222.1726>.
44. Rayward, R. M., D. G. Thomson, J. V. Davies, J. F. Innes, et R. G. Whitelock. « **Progression of Osteoarthritis Following TPLO Surgery: A Prospective Radiographic Study of 40 Dogs** ». *Journal of Small Animal Practice* 45 (2004): 92–97. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2004.tb00209.x>.
45. Rocheleau, Patrick J., Alexandria Robson, Sarah D. Bird, Megan M. Pickersgill, et Kali A. Holz. « **Short-Term Outcomes of 43 Dogs Treated with Arthroscopic Suturing for Meniscal Tears Associated with Cranial Cruciate Ligament Disease** ». *Veterinary Surgery* 53 (2024): 881–892. <https://doi.org/10.1111/vsu.14092>.
46. Schuenemann, Riccarda, et Jakub Kaczmarek. « **Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Small and Large Breed Dogs: A Comparative Retrospective Study of Complications and Outcomes** ». *Tierärztliche Praxis Kleintiere Heimtiere* 51, no. 1 (2023): 6–14. <https://doi.org/10.1055/a-1990-0597>.
47. Scott Rutherford, Jonathan C. Bell, et Malcolm G. Ness. « **Fracture of the Patella After Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Six Dogs** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* (2017). <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01018.x>.

48. Selmic, Laura E., et al. « **Osteosarcoma Following Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs: 29 Cases (1997–2011)** ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 244 (2014): 1053–1059. <https://doi.org/10.2460/javma.244.9.1053>.
49. Seo, Beom-Seok, Chul Park, Md. Mahbubur Rahman, Inseong Jeong, et Namsoo Kim. « **Prevalence of Canine Cranial Cruciate Ligament Rupture and Prognosis Depending on Tibial Plateau Angle: A Retrospective Study** ». *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research* (2024). <https://doi.org/10.5455/javar.2024.k812>.
50. Slocum, Barclay, et Theresa Devine Slocum. « **Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Repair of Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Canine** ». *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 23, no. 4 (1993): 777–795. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(93\)50082-7](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(93)50082-7).
51. Thompson, A. M., M. S. Bergh, C. Wang, et K. Wells. « **Tibial Plateau Levelling Osteotomy Implant Removal: A Retrospective Analysis of 129 Cases** ». *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* 24 (2011): 450–456. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-12-0172>.
52. Tikekar, A., F. De Vicente, A. McCormack, D. Thomson, M. Farrell, S. Carmichael, et D. Chase. « **Retrospective Comparison of Outcomes Following Tibial Plateau Levelling Osteotomy and Lateral Fabello-Tibial Suture Stabilisation of Cranial Cruciate Ligament Disease in Small Dogs with High Tibial Plateau Angles** ». *New Zealand Veterinary Journal* 70, no. 4 (2022): 218–227. <https://doi.org/10.1080/00480169.2022.2052992>.
53. Tuan, Jayson, Miguel A. Solano, et Alan Danielski. « **Risk of Infection after Double Locking Plate and Screw Fixation of Tibial Plateau Leveling Osteotomies in Dogs Weighing Greater than 50 Kilograms** ». *Veterinary Surgery* (2019). <https://doi.org/10.1111/vsu.13308>.
54. Tuttle, Trent A., et Paul A. Manley. « **Risk Factors Associated with Fibular Fracture After Tibial Plateau Leveling Osteotomy** ». *Veterinary Surgery* 38 (2009): 355–360. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2009.00504.x>.