

Cécile Moncla, Bernard Bouvy



Traitement d'une non-union atrophique de radius chez un jeune chien adulte par greffe osseuse spongieuse autologue et protéine osseuse morphogénétique

Un chien croisé boxer femelle entière de 3 ans a été référée pour fracture du radius/ulna. Cette dernière a été réduite chirurgicalement avec la pose d'une plaque et de vis au niveau du radius. Cependant, quatorze semaines post-ostéosynthèse, aucune cicatrisation osseuse n'est constatée radiographiquement et le chien présente toujours une boiterie de grade 3 sur 5. Le diagnostic de non-union atrophique du radius est alors établi. Il est décidé de réintervenir chirurgicalement sur le radius afin de traiter cette non-union atrophique en combinant de la greffe autologue d'os spongieux prélevé sur l'humérus proximal avec de la rhBMP-2 (Bone morphogenetic protein). Des résultats probants sont finalement observés au bout de six semaines avec la présence de cal osseux au niveau radius et de l'ulna à la radiographie. Cliniquement le chien ne présente plus de boiterie dès la dixième semaine post-greffe. La rhBMP-2 et la greffe d'os spongieux peuvent autant s'utiliser séparément qu'ensemble, chacune ayant des propriétés intéressantes pour traiter les non-unions atrophiques, mais se basant toujours sur les principes fondamentaux de formation du tissu osseux qui sont : l'ostéoinduction, l'ostéoconduction, des éléments permettant l'ostéogénèse, un support vasculaire approprié et une bonne stabilité mécanique du site d'implantation.

INTRODUCTION

L'os est un tissu qui a la particularité de se minéraliser et de se régénérer de façon continue. La plupart des fractures guérissent par une cicatrisation osseuse secondaire, combinaison d'ossification endochondrale et intramembraneuse. Les éléments essentiels pour la réparation osseuse incluent des cellules ostéogéniques (cellules souches non spécialisées), la matrice ostéoconductive, un stimulus

ostéoinducteur, une stabilité mécanique (souvent procuré par une chirurgie) et une vascularisation adéquate sur le site de fracture. (Matassi et al., 2011 ; DeCamp et al., 2015).

Il arrive régulièrement que certaines fractures n'aient pas la possibilité de consolider sans intervention chirurgicale secondaire. C'est particulièrement le cas lorsqu'un arrêt du processus de cicatrisation osseuse est observé. On parle alors de non-union ou de

pseudarthrose. Selon la localisation, les non-unions peuvent affecter jusqu'à 60% des cas de fractures (DeCamp et al., 2015). Ces non-unions peuvent être biologiquement actives, c'est-à-dire qu'elles découlent de l'instabilité des fragments osseux qui restent irrigués. On les appelle les non-unions hypertrophiques et oligotrophiques. Mais les non-unions peuvent également être biologiquement inactives, on les qualifie d'atrophiques, de dystrophiques, ou de nécrotiques

(DeCamp et al., 2015 ; Deroy-Bordenave et al., 2016). Différentes causes sont impliquées dans les non-unions biologiquement inactives tel qu'un contact insatisfaisant entre deux fragments osseux dû à un mauvais alignement de ces derniers ou bien l'interposition d'un tissu mou au niveau du site de fracture mais aussi un trop grand écart entre les deux fragments osseux. Le déficit de support vasculaire, successif au trauma original ou à l'intervention chirurgicale primaire, peut également être la cause de non-union. L'implication des infections dans la non-union a également été invoquée puisqu'elle retarde parfois fortement la réparation osseuse (elle reste possible dans certains cas) et favorise ainsi la non-union (viable ou non). De plus, lors de situations telles qu'une fracture ouverte ou une intervention chirurgicale qui impliquent une perte d'os importante, il n'est pas rare de se retrouver avec des cas de non-unions (DeCamp et al., 2015). Enfin, le stress et l'alimentation peuvent jouer un rôle dans les non-unions (Li Y. et al., 2015). De façon détaillée, les non-unions atrophiques sont la conséquence d'un défaut vasculaire qui empêche l'activité des ostéoblastes. L'appauvrissement osseux des abouts fracturaires est aussi le résultat du déficit de contraintes mécaniques tel qu'une absence d'appui du membre (DeCamp et al., 2015). Pour remédier à cette non-union atrophique, plusieurs traitements peuvent être mis en place. La greffe osseuse fait partie intégrante du traitement et son utilisation se base sur les principes de régénération osseuse déjà cités: l'ostéogénèse, l'ostéoconduction et l'ostéoinduction. Plusieurs sources différentes de greffe osseuse sont décrites: les greffes autologues (provenant du même animal), allogènes (provenant de la même espèce) et enfin les greffes xénogènes (issues d'une autre espèce). Ces greffes peuvent également avoir une origine osseuse différente ; il est en effet possible d'obtenir des greffons à partir d'os spongieux, d'os cortical ou encore d'os cortico-spongieux. Chacun ayant des



Figure 1 : Radiographie vue de profil avant opération de l'antérieur droit.

caractéristiques bien différentes qui seront abordées dans un second temps (DeCamp et al., 2015).

Il existe également des solutions alternatives telles que l'utilisation de protéine osseuse morphogénétique ou BMP (Bone Morphogenetic Protein). La BMP est un facteur de croissance multifonctionnel qui appartient à la famille des facteurs de croissance transformant β (TGF- β). Les composants de cette famille s'expriment lors du développement des membres, lors de l'ossification endochondrale, lors du stade précoce de cicatrisation osseuse suite à une fracture et lors de la réparation du cartilage. Les BMP possèdent des propriétés ostéoinductrices, c'est-à-dire qu'elles ont la capacité à induire la formation d'os, de cartilage, de ligament et de tendon dans des sites ectopiques ou sur des sites où un grand défaut d'os est observé (Granjeiro et al., 2005 ; Matassi et al., 2011 ; DeCamp et al., 2015 ; Garabet Agopian et al., 2015).



Figure 2 : Radiographie vue de profil post-ostéosynthèse immédiate du radius/ulna droit.
Figure 3 : Radiographie vue de face post-ostéosynthèse immédiate du radius/ulna droit.
Figure 4 : Tissu de granulation pré-greffe en face crâniale du carpe droit.
Figure 5 : Greffe cutanée en filet en face crâniale du carpe droit.

Enfin, on peut aussi utiliser dans les cas de non-unions atrophiques des biomatériaux tels que les polymères (acide hyaluronique, acides polylactiques, etc..) ou les céramiques à base de calcium (hydroxyapatite, betatricalcium phosphate, phosphate de calcium biphasique, sulfate de calcium). Ces substituts osseux sont utilisés principalement comme matrices pour la régénération osseuse (Cancedda et al., 2007 ; Fella et al., 2008 ; Matassi et al., 2011 ; Garabet Agopian et al., 2015).

En se basant sur le fait que la greffe osseuse et la BMP peuvent s'utiliser de manière séparée dans le traitement des non-unions atrophiques, le but de ce cas clinique est donc de démontrer que la combinaison des deux processus permet de traiter avec succès une non-union atrophique du radius/ulna chez un jeune chien adulte.

CAS CLINIQUE

Un chien croisé boxer femelle entière de 3 ans nous est référé en urgence

le 23 août 2016 pour fracture ouverte du radius/ulna droit suite à un accident de la route survenu le jour même. Elle présente une plaie extensive au carpe ipsilatéral ainsi que de nombreuses plaies sur tout l'avant-bras gauche. Des radiographies thoraciques et abdominales sont effectuées et ne révèlent rien de remarquable. Des radiographies de radius/ulna montrent une fracture oblique longue en mi-diaphyse, ouverte et déplacée du radius avec un fragment à bords pointus d'environ 2,5cm de long crânialement au trait de fracture et avec un déplacement caudo-proximal de l'about fracturaire distal. On observe également une fracture oblique courte de l'ulna à mi-diaphyse avec un fragment d'environ 1,2cm de long caudalement à l'extrémité proximale de l'about fracturaire distal et un autre fragment en regard de l'extrémité distale de l'about proximal avec déplacement caudo-proximal de l'about fracturaire distal de l'ulna (figure 1).

Il est donc décidé d'intervenir chirurgicalement et d'effectuer la pose

d'une plaque crânio-latéralement au radius avec 3 vis dans l'about proximal et 3 vis dans l'about distal (figure 2 et figure 3).

Les plaies sur l'antérieur droit sont refermées sauf la plaie située en face crâniale du carpe ne pouvant être suturée du fait de la perte de tissu cutané. Un bandage au miel est réalisé. La chienne reçoit en post-opératoire des opioïdes durant 7 jours (méthadone 0,2 mg/kg toutes les 4 heures en intraveineux (IV)), des anti-inflammatoires durant 4 jours (carprofène 2 mg/kg deux fois par jour en IV) et des antibiotiques durant 7 jours (amoxicilline-acide clavulanique 20 mg/kg, toutes les 8 heures en IV et enrofloxacin 5 mg/kg une fois par jour en sous-cutanée (SC)).

Cependant, une partie de la peau en regard de la face crâniale du carpe droit se cartonne et nécrose. Le 2 septembre 2016, il est donc décidé de débrider cette peau chirurgicalement sur une surface de 6 cm par 4 cm et de réaliser un bandage stérile avec un pansement à base de gel amorphe. Le bandage est changé tous les 2 jours.



Figure 6 : Radiographie vue de profil 6 semaines post-ostéosynthèse du radius/ulna droit.
Figure 7 : Radiographie vue de face 6 semaines post-ostéosynthèse du radius/ulna droit.
Figure 8 : Radiographie vue de profil 14 semaines post-ostéosynthèse du radius/ulna droit.
Figure 9 : Radiographie vue de face 14 semaines post-ostéosynthèse du radius/ulna droit.

La chienne rentre chez elle avec des antibiotiques durant 10 jours: amoxicilline-acide clavulanique (20 mg/kg deux fois par jour par voie orale (PO)), de l'enrofloxacin (5 mg/kg une fois par jour PO) et un analgésique, du tramadol (3 mg/kg trois fois par jour PO), durant 5 jours.

Une greffe cutanée en filet est réalisée au-dessus du carpe le 23 septembre 2016. Le bandage est réalisé avec de la pommade composée de bacitracine et de sulfate de polymyxine B, du tulle gras, des compresses à base d'aluminium, des compresses, de la ouate fine et de la bande cohésive (figure 4 et figure 5).

La greffe cutanée évolue très bien et elle est parfaitement cicatrisée le 8 octobre 2016. Des radiographies 6 semaines post-ostéosynthèse sont réalisées : elles mettent en évidence un remodelage des bouts fracturaires et une sclérose médullaire sans évidence de cal osseux en formation. Un début de non-union est suspecté (figure 6 et figure 7). On recommande aux propriétaires d'augmenter l'activité de la chienne afin de stimuler l'activité osseuse.

Elle revient pour un contrôle radiographique le 23 novembre 2016, soit un peu moins de 14 semaines post-ostéosynthèse. Elle présente toujours une boiterie de grade 3/5. Les radiographies révèlent que la fixation chirurgicale reste inchangée et nous confirment la non-union atrophique de la fracture radiale droite et un pontage osseux presque complet de l'ulna droit (figure 8 et figure 9).

Une greffe autologue d'os spongieux avec ajout de BMP est donc envisagée ainsi que le retrait d'une vis au niveau de chaque about fracturaire afin de dynamiser le montage.



Figure 10 : Préparation de la BMP (Bone Morphogenetic Protein) sur une éponge de collagène bovin de type I.

Cette intervention est réalisée le 29 novembre 2016, soit 14 semaines post-ostéosynthèse. Une greffe massive d'os spongieux, récupérée au niveau du tubercule majeur des deux huméri, est réalisée avec mélange du greffon avec une demi-dose de dibotermine alpha, également appelée rhBMP-2, à 0,28 mg (TruScient®, Zoetis) et sont déposés au niveau du site fracturaire (figure 10, figure 11, figure 12, figure 13). Les deux vis sont également retirées et envoyées pour une analyse bactériologique qui s'est révélée négative.

Des radiographies post-opératoires sont effectuées et mettent en évidence le tissu osseux spongieux au niveau du déficit osseux radial (figure 14 et figure 15).

Suite à la chirurgie, un bandage de type Robert-Jones modifié a été placé. Il a été changé tous les jours afin de surveiller d'éventuels gonflements du site opératoire. En effet, ceci est souvent rapporté dans le cas d'utilisation de BMP.

Des anti-inflammatoires de type carprofène sont prescrits à domicile durant 3 jours (2 mg/kg deux fois par jour PO).

Un contrôle 6 semaines post-greffe est effectué et les propriétaires rapportent que la chienne pose de plus en plus son antérieur droit. Sa boiterie reste néanmoins de grade 3/5 et on note une légère atrophie des muscles épineux et de l'avant-bras droit. Aucune douleur n'est constatée à la palpation profonde du radius et de l'ulna au niveau du cal osseux.

Des radiographies sont de nouveau réalisées et révèlent une bonne évolution de la greffe d'os spongieux avec un cal minéralisé pontant à minima deux corticales radiales et l'ulna entièrement. Un cal exubérant en crânio-médial est observé. L'esquille médiale de grande taille a peu évolué depuis les derniers clichés, une possible évolution vers un séquestre est à surveiller (figure 16, figure 17, figure 18).

Des radiographies 16 semaines post-greffe sont réalisées chez le vétérinaire traitant et elles mettent en évidence la disparition complète de la non-union avec formation de cal osseux qui pontent le radius et l'ulna en regard de leurs corticales crâniale et caudale (corticales latérale et médiale non visualisées). On note une persistance d'un déplacement crânio-médial de l'about ulnaire distal et une synostose entre le radius et l'ulna en regard de leur tiers moyen. L'esquille médiale est toujours visualisée mais semble en contact avec le cal osseux : une résorption future est possible dans le cal osseux. Cela est à reconstrôler (figure 19 et figure 20). Cliniquement, la chienne ne présente plus de boiterie à l'antérieur droit et elle est en bonne forme. La non-union atrophique est donc résolue, comme nous l'avions postulé.

DISCUSSION

En principe, les greffes osseuses autologues contiennent tous les éléments clés requis pour la réparation



Figure 11 : Préparation de la BMP (suite).



Figure 12 : Mélange de la BMP avec la greffe d'os spongieux provenant des huméri.



Figure 13 : Dépôt du mélange sur le site de non-union atrophique au niveau du radius droit.

osseuse : une structure permettant l'ostéoconduction, les facteurs de croissance pour l'ostéoinduction et pour la vascularisation du greffon et les cellules pour le potentiel ostéogénique (Cancedda et al., 2007). Elles ont donc le maximum de potentiel ostéogène et la réponse la plus rapide, sans risque de rejet par le système immunitaire de l'hôte en comparaison aux deux autres types de greffes osseuses antérieurement citées (Li et al., 2015 ; DeCamp et al., 2016).

Il a été observé qu'en utilisant une greffe allogène, l'ostéogénèse est généralement retardée de 2 semaines comparativement avec la greffe autologue (DeCamp et al., 2015). Tous ces éléments renforcent le choix d'utiliser une greffe autologue comme cela fut le cas chez notre croisé boxer. Le pourcentage de réussite après utilisation de greffe osseuse autologue est élevé mais les complications sont fréquentes. Entre autres, leur prélèvement augmente le temps de chirurgie et donc le risque d'infection entraînant des coûts additionnels. La disponibilité est limitée et la qualité variable. Les hématomes et les saignements ne sont pas rares et des douleurs chroniques du site chirurgical

peuvent parfois apparaître. Egalement, l'os greffé peut être mécaniquement inadapté au site fracturaire (Matassi et al., 2011 ; DeCamp et al., 2015). Divers processus biologiques comme la résorption osseuse et l'augmentation des prévalences de microfractures peuvent également être des complications d'implant de greffon autologue ou allogène (Cancedda et al., 2007). Cependant, aucune complication n'a pour l'instant été identifiée chez notre chien.

La décision d'utiliser une greffe spongieuse par rapport à une greffe corticale s'explique par la disponibilité et par le fait que la greffe d'os spongieux possède des propriétés d'ostéogénèse plus importantes. Elle possède également des facteurs de croissance ostéoinducteurs ainsi qu'une matrice qui sert de structure pour la vascularisation et l'ostéoconduction du défaut osseux. Par conséquent, la greffe autologue



Figure 14 : Radiographie vue de profil post-greffe immédiate du radius/ulna droit.



Figure 15 : Radiographie vue de face post-greffe immédiate du radius/ulna droit.

spongieuse, si elle est de bonne qualité, permet une formation osseuse rapide qui se renforce et se remodèle assez rapidement contrairement à la greffe corticale qui se remodèle très lentement (environ 6 mois post-greffe pour cette dernière), pour laquelle l'incorporation n'est jamais complète et qui possède une revascularisation et une ostéoconduction moins bonnes ce qui peut augmenter le risque de séquestration dans les zones infectées, notamment. En revanche, les greffes osseuses corticales sont un meilleur choix lorsqu'il s'agit de contribuer à la stabilité mécanique du site défectueux puisqu'elles résistent à de grandes forces (Santoni et al., 2012 ; DeCamp et al., 2015 ; Minto et al., 2015). La greffe spongieuse peut être prélevée dans la métaphyse de tous les os longs. Néanmoins, certains sites de prélèvement sont préférés à d'autres tel que l'humérus proximal, le tibia proximal et les ailes de l'ilium. Lors de fractures du radius et de l'ulna, la greffe est généralement prélevée sur l'humérus proximal distalement au tubercule majeur de l'humérus comme nous l'avons fait ici (DeCamp et al., 2015 ; Deroy-Bordenave et al., 2016). C'est pour l'ensemble de ces raisons que la greffe osseuse spongieuse autologue est décrite comme la technique « gold standard » pour le traitement de la perte osseuse. C'est ce



16



17



18

Figure 16 : Radiographie vue de profil 6 semaines post-greffe du radius/ulna droit.

Figure 17 : Radiographie vue dorso-médiale 6 semaines post-greffe du radius/ulna droit.

Figure 18 : Radiographie vue de face 6 semaines post-greffe du radius/ulna droit.

qui explique que nous ayons porté notre choix de base sur ce type de greffe pour le traitement de la non-union atrophique de ce jeune chien (Matassi et al., 2011 ; DeCamp et al., 2015 ; Deroy-Bordenave et al., 2016).

Comme vu précédemment, l'ostéoinduction est une propriété importante attribuée aux os spongieux. Dans ce contexte, les cellules mésenchymateuses sont activées pour se différencier en ostéoblastes et chondroblastes après avoir été en contact avec la matrice osseuse. Ces cellules prolifèrent et produisent par la suite une matrice minéralisée. Cette différenciation est modulée par différentes protéines ; dont, entre autres, les BMP qui stimulent le recrutement des cellules ostéoprogénitrices (aussi connues sous le nom de pro-ostéoblastes) afin de favoriser la formation osseuse (Garabet Agopian et al., 2015).

Un progrès important dans le traitement des défauts osseux a été observé suite à l'introduction de protéines osseuses morphogénétiques, en particulier BMP-2 et BMP-7 (Cancedda et al., 2007). En effet, de multiples études ont mis en évidence la faculté de la dibotermine alpha ou rhBMP-2 à se lier à des récepteurs de surface de cellules mésenchymateuses ; provoquant la différenciation de ces cellules en cellules ostéogènes qui forment du cartilage et de l'os (Granjeiro et al., 2005). Ces protéines osseuses morphogénétiques possèdent une bonne biocompatibilité et sont biorésorbables. Elles sont disponibles sous différentes formes : granulés, gel, bandes et poudre lyophilisée ; constituant que nous avons utilisé chez notre chien. Le fonctionnement du produit utilisé à base de rhBMP-2 (TruScient®, Zoetis) consiste en une formation d'os trabéculaire par les cellules différenciées tandis que l'éponge est dégradée et qu'une invasion vasculaire se crée. Le processus de formation osseuse s'étend de l'extérieur de l'éponge vers le centre jusqu'à ce que l'éponge soit remplacée par de l'os trabéculaire (Matassi et al., 2011 ; Zoetis, 2011). Il existe normalement une autolimitation dans le processus de formation osseuse permettant d'avoir un volume d'os défini. Cela peut



Figure 19 : Radiographie vue de profil 16 semaines post-greffe du radius/ulna droit (avec l'accord du Docteur Vétérinaire Ellen Buttiens De Langh).

s'expliquer par la perte progressive de rhBMP-2 sur le site de dépôt ainsi que par la présence d'inhibiteurs ostéogéniques dans les tissus environnants.

Les études ont montré qu'un implant de BMP induit une régénération complète du défaut d'un segment diaphysaire. La régénération osseuse est à peu près équivalente à celle constatée lors de l'utilisation de greffe osseuse. La différence réside dans le volume d'os formé qui est en plus grande quantité dans les cas d'utilisation de la BMP (Anim Zabeu et Mercadante, 2008 ; Garabet Agopian et al., 2015). Cependant, l'usage unique de BMP peut s'avérer être un échec si la vitalité et le nombre de cellules souches multipotentes sont insuffisantes ou si le patient est âgé ou avec un état de santé médiocre (Cancedda et al., 2007). Dans notre cas clinique, le choix de la rh-BMP-2 fut dû à sa donation par le fabricant. Elle n'est actuellement plus disponible sur le marché vétérinaire français et belge par choix économique du laboratoire. Pourtant les doses effectives de BMP nécessaires chez le chien sont beaucoup plus faibles que chez l'homme (Deroy-Bordenave et al., 2016).

L'utilisation de la BMP n'est pas une panacée puisqu'elle n'assure pas de stabilité mécanique et qu'elle ne peut pas être utilisée pour combler un défaut



Figure 20 : Radiographie vue de face 16 semaines post-greffe du radius/ulna droit (avec l'accord du Docteur Vétérinaire Ellen Buttiens De Langh).

osseux si des forces de compression sont exercées sur le site. Egalement, le rhBMP-2 et le collagène bovin de type I (éponge qui sert de support à la BMP) peuvent provoquer des réactions immunitaires chez certains chiens. Plusieurs effets indésirables de la rhBMP-2 sont connus tels que la formation osseuse exubérante au niveau du site d'implantation, la formation osseuse dans des endroits ectopiques et enfin un gonflement des tissus mous au niveau du site de dépôt de la rhBMP-2 durant 2 à 3 semaines (Matassi et al., 2011 ; Zoetis, 2011).

En plus de l'utilisation de greffe osseuse autologue d'os spongieux et de la rhBMP-2, nous avons retiré chez notre chien 2 vis parmi les 6 ; l'une étant proximale et l'autre distale au site de fracture. Ce procédé s'utilise régulièrement dans des cicatrises osseuses retardées (généralement au moins 6 à 10 semaines après la pose du matériel d'ostéosynthèse) et permet la dynamisation du montage. L'objectif de cette technique étant de réduire la rigidité de la fixation du matériel et de permettre une augmentation des contraintes sur le site de fracture. Ce



FOCUS

Chirurgie Orthopédique & Neurologique

24h/24

7j/7



Pr M. Balligand, DipECVS	Dr B. Bouvy, DipECVS/ACVS	Dr M. Hamon Résident
Dr S. Noël, DipECVS	Dr N. Shimizu Résidente	Dr M. Porato Résidente

“ Vous êtes entre de bonnes mains “

L'équipe de chirurgie orthopédique et neurochirurgie est à votre service et met tout en œuvre pour apporter les meilleurs soins à vos patients. Elle est composée de 3 spécialistes, Pr M. Balligand, Dr B. Bouvy et Dr S. Noël, d'un clinicien éligible au titre de spécialiste (Dr Broux) et de 3 résidents en cours de spécialisation (Drs Shimizu, Hamon et Porato). Elle dispose de moyens diagnostiques multiples et de matériel chirurgical large lui permettant de réaliser des chirurgies de toute nature. Les chirurgiens travaillent en étroite collaboration avec les services de neurologie, d'imagerie médicale, d'anesthésiologie et de soins intensifs afin d'assurer une prise en charge complète de vos patients.

Pr M. Balligand
marc.balligand@ulg.ac.be

Dr B. Bouvy
bbouvy@ulg.ac.be

Pour toutes questions : www.cvu.ulg.ac.be ou appelez: 04/366.42.00

procédé de dynamisation a pour but une cicatrisation osseuse et une mobilité du membre plus rapides. L'inconvénient de cette technique est la nécessité de réintervenir une seconde fois sur le site chirurgicale avec les complications connues associées à une chirurgie comme, par exemple, les saignements ou le risque d'infection du site en post-opératoire (Johnston et al., 2012).

A la lumière de tout ce qui vient d'être évoqué, notre choix s'est porté sur une combinaison de trois procédés, le mélange de la greffe osseuse autologue spongieuse avec la rhBMP-2 et une dynamisation du matériel d'ostéosynthèse afin de maximiser les chances de réussite de cicatrisation osseuse sur la non-union atrophique. Néanmoins dans la littérature, l'avantage de la BMP sur la greffe osseuse, ou celui des deux procédés associés, reste débattu (Deroy-Bordenave et al., 2016). Ce cas illustre, anecdotiquement, le succès possible de cette combinaison chez un chien.

Comme évoqué dans l'introduction, des substituts osseux sont parfois utilisés dans les non-unions atrophiques. Par exemple, il existe des polymères, naturels ou synthétiques, tels que collagène de type I, la fibrine, l'acide hyaluronique, le chitosane ou encore les acides polylactiques qui jouent le rôle de matrice temporaire permettant de créer un environnement idéal et un support approprié pour la prolifération osseuse (Matassi et al., 2011 ; Garabet Agopian et al., 2015). Ces substituts possèdent une bonne biocompatibilité et des propriétés ostéoconductive.

La céramique peut également jouer le rôle de substituts osseux. Elle possède une faible ductilité, une grande force compressive - ce qui signifie qu'elle assure une forte résistance à la déformation - mais elle a tendance à casser du fait de sa nature fragile. Il s'agit du phosphate de calcium, du sulfate de calcium et du verre bioactif qui sont utilisés comme matrices pour la régénération osseuse (Cancedda et al., 2007 ; Matassi et al., 2011 ; Garabet Agopian et al., 2015).

CONCLUSION

Au vu des bons résultats observés sur la chienne, on peut conclure que la combinaison de la BMP et de la greffe autologue d'os spongieux avec dynamisation du montage d'ostéosynthèse constitue un traitement adapté de la non-union atrophique. Les examens de suivi ont montré qu'en moins de 16 semaines post-greffe un cal osseux s'était formé au niveau du radius permettant de consolider la fracture. La chienne ne présente plus de boiterie dès la dixième semaine post-greffe. La combinaison de ces techniques a rempli nos objectifs. Cependant, ce résultat est à nuancer puisque le suivi se limite à 4 mois et ne permet pas de présager d'un résultat définitif. Il est également conseillé aux propriétaires de revenir à la clinique avec le chien 1 an après la pose du matériel d'ostéosynthèse afin d'envisager le retrait du matériel d'ostéosynthèse après contrôle orthopédique et radiographique.

Bibliographie :

- (1) Anim Zabeu J.L., Mercadante M.T., 2008. Substitutos ósseos comparados ao enxerto ósseo autólogo em cirurgia ortopédica- Revisão sistemática da literatura. *Rev. Bras. Ortop.* 43, 59-68.
- (2) Cancedda R., Giannoni P., Mastrogiacomo M., 2007. A tissue engineering approach to bone repair in large animal models and in clinical practice. *Biomaterials.* 28, 4240-4250.
- (3) DeCamp C.E., Johnston S.A., Déjardin L.M., Schaefer S.L., 2015. Bone grafting, delayed union and nonunion. In: Brinker, Piermattei and Flo's (Ed.), *Handbook of small animal orthopedics and fracture repair.* Philadelphia, Saunders, pp 153-173.
- (4) Deroy-Bordenave C., Vallefuoco R., Ragety G., 2016. Gestion d'une non-union fracturaire radius ulna chez un chihuahua. *Le point Vétérinaire.* 369, 56-62.
- (5) Fellah B.H., Weiss P., Gauthier O., Rouillon T., Pilet P., Daculsi G., Layrolle P., 2006. Bone repair using a new injectable self-crosslinkable bone substitute. *J. Orthop. Res.* 24, 628-635.
- (6) Fellah B.H., Gauthier O., Weiss P., Chappard D., Layrolle P., 2008. Osteogenicity of biphasic calcium phosphates ceramics and bone autograft in a goat model. *Biomaterials.* 29, 1177-1188.
- (7) Garabet Agopian R., Duarte Braz de Oliveira B., Oliveira Pimenta Guimaraes K., Vinicius Mendes Silva M., Borghesi J., Da Silva Nunes Barreto R., Oliveira Favaron P., 2015. Use and preservation methods of bone grafts in small animals. *Biotemas.* 29, 11-20.
- (8) Granjeiro J.M., Oliveira R.C., Bustos-Valenzuela J.C., Sogayar M.C., Taga R., 2005. Bone morphogenetic proteins: from structure to clinical use. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 38, 1463-1473.
- (9) Johnston S.A., Pfeil D.J.F., Déjardin L.M., Weh M., Roe S., 2012. Internal fracture fixation. In: Tobias K.M., Johnston S.A. (Ed.), *Veterinary surgery small animal.* Elsevier Saunders, Missouri, p 587.
- (10) Li Y., Chen S.K., Li L., Qin L., Wang X.L., Lai Y.X., 2015. Bone defect animal models for testing efficacy of bone substitute biomaterials. *J Orthop Translat.* 3, 95-104.
- (11) Matassi F., Nistri L., Chicon Paez D., Innocenti M., 2011. New biomaterials for bone regeneration. *Clin. Cases Miner. Bone Metab.* 8, 21-24.
- (12) Minto B.W., Prada T.C., Marinho P.V.T., Zani C.C., Menezes M.P.D., 2015. Successful use of autogenous bone graft for the treatment of a radius-ulna nonunion in an amputee dog. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 67, 979-983.
- (13) Santoni B.G., Ehrhart N., Betancourt-Benitez R., Beck C.A., Schwarz E.M., 2012. Quantifying massive allograft healing of the canine femur in vivo and ex vivo: a pilot study. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 470, 2478-2487.
- (14) Zoetis, 2011. Trusciant, INN-Dibotermine Alpha. http://www.ema.europa.eu/docs/fr_FR/document_library/EPAR_-_Product_Information/veterinary/002000/WC500119824.pdf Consulté le 28 février 2017.