

Le bandage de Robert-Jones : propriétés mécaniques, exploitation en clinique et complications ischémiques chez le chien

Auteur : Pien, Arthur

Promoteur(s) : Balligand, Marc

Faculté : Faculté de Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en médecine vétérinaire

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/12136>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Le bandage de Robert-Jones : Équilibre de la pression entre la stabilisation d'une fracture stable et les complications ischémiques associées

**Robert-Jones' bandage:
Pressure balance between stabilization of a stable
fracture and associated ischemic complications**

Arthur PIEN

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire

Le bandage de Robert-Jones :Équilibre des pression entre la stabilisation d'une fracture stable et les complications ischémiques associées

**Robert-Jones' bandage:
Pressure balance between stabilization of a stable
fracture and associated ischemic complications**

Arthur Pien

Tuteur :Docteur Balligand

ANNÉE ACADÉMIQUE 2020/2021

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire

Le bandage de Robert-Jones :Équilibre de pression entre la stabilisation d'une fracture stable et les complications ischémiques associées

Objectif du travail

L'objectif est de mettre en évidence les performances mécaniques du bandage de Robert Jones en vue d'utiliser celui-ci comme traitement conservateur dans la stabilisation d'une fracture distale stable d'un membre sans fixation interne et sans complications ischémique secondaire à une pression trop haute.

Résumé

L'utilisation du bandage de Robert Jones est bien connu dans le monde de la chirurgie orthopédique pour son utilisation dans la stabilisation de fracture en préopératoire, ou dans la gestion des œdèmes et/ou saignements en post-opératoires. L'utilisation de ce bandage comme fixateur externe dans la stabilisation de fracture stable, non déplacée, et non articulaire a également été décrit par de nombreux auteurs (10,13). Cependant, peu de données scientifiques quant aux propriétés mécaniques du bandage de Robert Jones en médecine vétérinaire sont **disponibles**.

Une étude expérimentale des performances mécaniques du bandage sera premièrement **explorée**, où seront mises à l'épreuve plusieurs structures au sein de presses hydrauliques, et ce afin de reproduire le plus précisément les contraintes naturelles sur le membre antérieur à l'appui et en mouvement. Un parallèle avec l'équation de LaPlace sera ensuite réalisé, ainsi qu'une revue de littérature mettant en évidence la physiopathologie des complications ischémiques et la sévérité de celles-ci.

Enfin, divers articles abordant différents procédés pour l'obtention d'une pression optimale dans l'utilisation du bandage de Robert Jones en médecine humaine seront parcourus, et ce afin de les mettre en lien avec la médecine vétérinaire. En effet ces techniques constituent des perspectives d'études intéressantes à l'avenir.

PLAN

I. Introduction

- Historique
- Mise en place
- Indication et contre-indication

II. Matérielle et Méthode

- Etude quasi-static
- Etude cyclique

III. Résultat

- Etude quasi-static
- Etude cyclique

IV. Discussion

- Équation de la place ,utilisation clinique et limite
- Complications Ischémique

V. Conclusion

- Protocole de mis en place
- Technique de mise en place

VI. Bibliographie

Introduction

Faire un texte d'introduction en expliquant la problématique

Historique

Ce bandage fut inventé par le chirurgien orthopédique gallois Sir Robert Jones vivant entre le 18^{ème} et le 19^{ème} siècle .

Après avoir fini ses études à l'université de médecine de Liverpool en 1873. Il travailla à l'hôpital Stanley de Liverpool comme chirurgien où il obtint le titre de FRCS (Fellowship of the royal college of surgeons) en 1886 (1).

En 1914, il servit comme Major Générale dans l'armée et remarqua que le traitement des fractures sur le front et dans les hôpitaux était insuffisant .Il décida alors de construire un hôpital militaire orthopédique pour aider la réhabilitation des soldats blessés sur le front .Il écrivit en 1917 le « Notes on Military Orthopaedics » dans laquelle il décrit différentes techniques de bandage dont le bandage de Robert Jones (1)

Ce bandage et ses modifications furent par la suite souvent utilisés en médecine vétérinaire .

C'est un bandage compressif volumineux qui est généralement mis en place après un traumatisme ou après une chirurgie pour répartir la pression de manière uniforme sur le membre afin de limiter les saignements, œdème tissulaire, hémorragie ... (Decamp 2003) .

Il était décrit comme un bandage composé d'une couche abondante de coton maintenue en place par une bande de protection externe « pressure crêpe bandage over copious wool dressing » (1).

Il existe le bandage de Robert Jones classique composé d'une épaisse couche de coton (30,5cm) qui est délibérément appliqué sur le membre dans le but d'atteindre une certaine épaisseur (10-15 cm) et sa version modifiée qui utilise moins de rembourrage mais qui permet tout de même une bonne compression (12) et une immobilisation partielle (5) . Ensuite une couche de protection externe (Type VetrapTM) est appliquée pour maintenir la couche de rembourrage afin d'amener une compression uniforme pour immobiliser le trait de fracture .

(La version modifié est indiquée lorsqu'une compressions légère est requise pour pour diminuer le gonflement des tissus mous mais n'est pas indiquée pour une stabilisation rigide)

Cette abondante couche de rembourrage apporte une bonne stabilisation du trait de fracture tout en comprimant légèrement les tissus mous afin d'éviter des complications ischémique .Ce bandage est donc de nos jours typiquement utilisé avant ou après une chirurgie pour immobiliser temporairement et partiellement un membre tout en amenant un certain confort ,une immobilisation du trait de fracture en évitant que les fragments osseux ne bougent trop, une prévention des complications au niveau des tissus mous et une élimination des espaces morts. (12)

Matériel nécessaire (5)

- Jersey tubulaire ou « chaussette » utilisé comme couche de contact
- 2 bandes de rouleaux adhésifs (Leukoplast[®]) utilisé comme étrier
- 2 à 3 rouleaux d'ouate orthopédiques épaisses (7,5-15cm) (RJ modifié) ou de coton (RJ classique) utilisé comme couche de rembourrage
- 2-3 rouleaux de gaze
- 2-3 rouleaux de bande adhésive (Vetrap[™])comme couche de serrage et de protection
- Une attelle en métal ou plastique de taille adéquate à l'animal

Mise en place (2,5,12)

Il doit s'étendre des orteils jusqu'à la moitié du fémur ou de l'humérus (2) et inclure l'articulation proximale et distale au lieu de fracture .

A réaliser de préférence sur un animal sous sédation ou en anesthésie générale pour réduire le membre ou permettre une meilleur contention

1. Placer l'animal en décubitus latérale sur le membre non touché.
2. Raser le membre de la moitié du fémur (humérus) jusqu'aux orteils
3. Désinfecter chaque blessure ouverte.
4. Couvrir chaque blessure avec une couche de contact appropriée
5. Appliquer les bandes adhésives sur la partie crâniale et caudale ou médiale et latérale a partir du carpe jusqu'à 15 cm en dessous des orteils.Les étriers permettent d'éviter

que le bandage ne glisse .Une spatule est placée entre les deux bandes pour faciliter la manipulation

6. Mise en place de la « chaussette » en commençant à la moitié de l'humérus et laisser dépasser d'une longueur égale a celle du membre en dessous des orteils .
7. Mettre le membre en position physiologique pour favoriser une meilleur revalidation lors du retrait du bandage.
8. Enrouler les bandes d' ouate/cotton en débutant au niveau des orteils.Commencer par un tour mort puis remonter vers la partie proximal du membre en recouvrant à chaque fois la moitié de la bande précédente .S'arrêter au niveau niveau de la moitié de l'humérus/fémur .
9. Les 3^{ème} phalange des doigts 3^{ème} et 4^{ème} doivent rester visible pour évaluer le gonflement du membre après la mise en place .Éviter de s'arrêter trop proximalelement pour éviter l'effet garrot .Si le bandage est trop serré ,le membre va s'œdématisé et les doigts 3 et 4 vont s'écarter
10. Enrouler ensuite une bande de gaze autour de l'ouate en commençant au niveau des orteils et en recouvrant chaque fois 50% de la couche précédente.Il faut serrer relativement fort pour permettre de diminuer l'épaisseur de l'ouate de 40 à 50%.Laisser une parti de la couche de rembourrage non couverte afin de laisser un bordure d'ouate confortable et non compressif .
11. Replier les étrier sur la couche de gaze
12. Finir en enroulant la couche externe auto-adhésive en recommençant le même schéma que pour les 2 couches précédantes .Appliquer cette couche relativement serré jusqu'à obtenir le son d'une « pastèque mûr » lorsque l'on fait une chiquenaude dessus .
13. Si le bandage est utilisée comme traitement conservateur lors d'une fracture stable,non articulaire et et non déplacée,l'utilisation d'une atelle permet de renforcer le bandage et permet une meilleur stabilisation de celui-ci .Ces attelles sont disponible en plastique et en aluminium

Indications

- Stabilisation et immobilisation temporaire en pré- et post-opératoire d'une fracture instable, déplacée, intra articulaire au niveau de la partie distal d'un membre (5,12) afin de diminuer la douleur le risque de complication de celle-ci.
- (Eviter un un contamination de la fracture à travers la peau (12))
- Contrôle de l'œdème et des espaces-morts en pré- et post-opératoire (6)
- Traitements conservateurs de certaines factures stables,non déplacée,non articulaire, et distale au coude et au genou .(5,13)

Contre-indications

- Fracture au niveau de la partie proximale d'un membre (5).
- Propriétaires non compliant
- Chien sensible au niveau de la peau (problème de dermatite)
- Lors de grosse inflammation associé car ce bandage absorbe beaucoup de liquide et peut mener à une macération avec infection secondaire

Suivi

- Traitement conservateur de fracture :changement tout les deux-trois jours
- Support du membre :changement chaque semaine

Entretien

Il est essentielle d'éduquer et de renseigner les propriétaires dans le but d'avoir une gestion complète du bandage avec succès .Il est donc important d'écrire un fiche explicative avec différentes recommandation a surveiller à la maison afin d'éviter au maximum l'apparition de complication.(2)

Même si ce bandage est souvent utilisé en médecine vétérinaire et humaine, les propriétés mécanique de ce bandage ont très peu été étudié .

Le but de cette étude est d'aborder les performances mécaniques de ce bandage pour stabiliser temporairement une fracture d'un os long au niveau des membres antérieures ainsi que de démontrer si ces performances diminueraient rapidement sous charge cyclique.

Matérielle et méthode

Dans cette étude, des batons de bois 24 mm de diamètre et 550mm de long ont été utilisés pour reproduire grossièrement le membre avant d'un chien de poids moyen (35kg). Ensuite un joint de Cardan (JC) sépare 2 bouts de bois de longueur identique a été utilisé afin de reproduire le trait de fracture.

Des boudins de mousse de 1cm d'épaisseur ont été rajouter autour pour reproduire les tissus mous (fascia, muscle et peau).

Autour de cette structure des bandages de Robert Jones ont été placés.

Tous les bandages ont été placés par le même diplômé ECVS en se servant de la méthode qu'il utilise en pratique .

Un Bandafix a d'abord été placé autour de toute la structure. Ensuite 10 cm de rembourrage (Cellona^R) a été déposé en s'assurant que chaque nouvelle couche couvre 50% de la couche précédente .Le diamètre finale de cette couche devait atteindre 15 cm au final .Le bandafix a ensuite été rabattu pour retenir le rembourrage en place .Finalement 2 rouleaux de 10 cm de bande auto-adhésive (VetrapTM) ont été mis en place avec une tension proche mais inférieure à la force de tension maximal à 100% d'extensibilité (UTS=100N). Les 2 rouleaux ont permis de faire 3 passages sur le membre avec un recouvrement de 50% à chaque tour pour arriver au final à 6 couches de bande élastique autour du matériel de rembourrage. Les bandages ont ensuite été vérifiés en tapant avec les doigts et en vérifiant que le bruit était similaire à une pastèque mûre (13)

Les différents bandages ont ensuite été soumis à 2 protocoles de charges différentes :

Une charge quasi statique en compression/flexion et une charge cyclique en compression/flexion.

Durant la charge quasi-statique , les 2 bouts de bois étaient alignés (180°) au niveau du JC tandis qu'un angle de 4° a été donné lors de la charge cyclique (176°).

LIEN VERS GRAPHIQUE

Groupe

Groupe 1:Groupe contrôle

La structure sans le bandage a été testé pour servir de groupe négatif .

Groupe 2:Charge quasi-static en compression/flexion :afin de reproduire les contraintes d'un chien de poids moyen en appui sur son membre antérieure

5 structures avec des BRJ ont été mis sous une presse (Zwick-Instron,200daN de cellule de charge) avec une angulation de 17° par rapport à la vertical (inclinaison d'un membre antérieur durant la première partie de la phase de freinage) .La Vitesse de deformation à ensuite été mise à 2mm/min.Le test était stoppé lorsque la barre transverse descendait entre 3 et 4mm.5 épisodes de charges ont été soumise au bandage avec une période de relaxation entre chaque episode.

Durant cette charge les données étaient transmises à un logiciel (Scanwin).Les moyennes et derivations standards ont ensuite été calculée pour 3 facteurs :Force de compression/flexion maximale,raideur initiale de la structure et la raideur final du BRJ uniquement.

Groupe 3:Charge cyclique en compression/flexion :Afin de reproduire les contraintes soumis au member et au bandage par un chien de poids moyen en mouvement pendant 3-4 semaines.

Ce procédé a été divisé en 2 phases de charges.

1^{ère} phase

6 BRJ ont été placé dans la presse à une angulation de 17° par rapport à la verticale .Ils ont été mis en charge de manière cyclique à une fréquence de 1,5 Hz et soumis a des charges croissante de 50 N ,150N ,300N avec 3000 cycle par charge.A nouveau le test était stoppé lorsque la barre transverse descendait transversalement entre 3 et 4mm.

2^{ème} phase

6 autres RBJ ont été placé sous la presse à 150 N (charge sur un membre antérieur d'un chien de taille moyenne AJOUTER UNE Référence) pendant 60 000 cycles (chiffre approximatif

representant le nombre cycle soutenu par un BRJ pendant 3 à 4 semaines) à une fréquence de 1,5 hz .Le test était stoppé lorsque la barre transverse descendait en dessous de 2 mm (Grâce à un calcul ils ont pu définir que descente de 2 mm correspondait à une angulation du JC de 5-6%.Ils ont alors estimé qu'une déformation du trait de fracture de cette angulation était délétère à la formation du cal osseux)

Résultat

La Courbe de deformation/contrainte a été utilisée dans cette étude afin de calculer la raideur de la structure complete avant la mise en charge et la raideur finale du bandage seule .En exerçant une force sur un objet,il doit subir une deformation.Et inversement,lorsqu'on impose une deformation à un objet ,il doit subir des forces internes .Pour des petites contraintes,le materiel prend un comportement élastique et reprends sa forme initiale :deformation élastique. En poursuivant la deformation au dela du domaine de l'élasticité on impose des deformations irréversibles et le matériel ne reprends pas sa forme d'origine .(Wikiversité)

Cette courbe varie également en fonction de la Vitesse de deformation.Plus un objet est mis rapidement sous contraintes ,au plus vite l'objet va se raider pour s'opposer à la deformation.

Cette courbe est formé à partir de la Loi de Hook : $\sigma = C(t) \cdot \varepsilon$

σ = contraintes (stress) en N

ε =Déformation (strain)

C=tenseur d'élasticité

T :temps de déformation

Groupe 1:Il a fallu moins de 2N pour avoir un déplacement de 2mm et la raideur était de 0N:MM

Groupe 2

- Raideur structure totale :moyenne de 1397,3 N/mm (+/-463,2)
- Raideur du BRJ seul :Moyenne de 26,2 N/mm (+/- 8,3)
- Force ultime de compression/flexion de la structure :Moyenne de 540 N (+/-222,4)

Groupe 3 :Le bandage devait empêcher un déplacement de la barre transverse de 0 à 2mm

Phase 1

- Les 6 bandages ont empêché ce déplacement à 150N pendant 3000 cycles
- 3/6 ont tenu à 200N pendant 3000 tours supplémentaires
- 2 bandages parmi les 3 restants ont tenu à 250 N pendant 3000 tours supplémentaires
- 1 bandage parmi les 2 restants a tenu à 300 N pendant 3000 tours supplémentaires

Phase 2

- 6 bandages ont empêcher un déplacement de la barre transverse de 0,17mm à 0,74 mm à 150 N pendant 60 000 tours
- 1 bandage à tenu 12660 cycles à 150 N pour le déplacement limite de 2 mm

Discussion

A remettre en page

Lors de la comparaison entre le groupe 1 (groupe contrôle) et 2 (charge quasi-static) ,il est constate que le BRJ contribue en grande partie à la raideur de la structure.En effet la structure sans le BRJ se déplace de 2 mm avec 2N de charge avec une raideur avoisinant les 0N/mm alors que lorsque l'on rajoute le bandage,la raideur augmente à une Moyenne de 1397,3 N/mm avec une raideur de 26,2 N/mm pour le BRJ seul lorsque la joint de cardan à commencer à anguler.

Une large gamme de valeur pour la force maximale de compression/flexion est constaté.Cela peut s'expliquer par les variations au niveau de la tension dans la bande élastique ou au niveau de la manière dont la couche de rembourrage a été appliqué .

Concernant le groupe 3 (charge cyclique) on note que certain bandage tiennent plus longtemps la charge que d'autres.A nouveau cela peut s'expliquer par des variations dans la mise en place du bandage .

Les résultats concernant les charges cycliques ne semble pa correspondre au donnée dans la littérature ,on rejet donc notre deuxième hypothèse null.

A travers cette étude,on se rend compte que l'immobilisation induite par un bandage de Robert pourrait soutenir un trait de fracture en permettant la formation d'un callus.

En effet, durant l'étude de contraintes de charge cyclique, on essaye de reproduire les contraintes que soumet un chien de taille Moyenne (150N) avec un bandage de Robert Jones sur le trait de fracture pendant 3-4 semaines (60000 cycles). On s'aperçoit que le déplacement de la barre transverse de 2mm n'induit pas d'angulation supplémentaire due joint de cardan représentant la fracture.

Traitement de fracture simple radius/ulna

Utilisation de l'équation de LaPlace dans le calcul de la pression sous le bandage

La pression dépend de plusieurs facteurs (20,27)

- La composition (couche de rembourrage ...)
- Propriété mécanique (élasticité ..)
- La tension
- Courbure du membre
- Le protocole de mise en place utilisé
- Friction entre les différentes couches
- Activité physique de l'animal

Différents auteurs ont étudié des versions revisitées de l'équation de (20) Laplace ou :
 $P = T \cdot n \cdot K / RW$ afin de calculer la pression **au moment** de l'application de celui-ci.

- P = Pression (Pa)
- T = Tension dans le bandage (N)
- R = Rayon de la zone compressée (m)
- W = épaisseur du bandage (m)
- n = nombre de couche de bandage
- K = constante en fonction du nombre de couche (quand $n=1$; $K=4620$)

S. Thomas et al. démontre dans son étude que si les valeurs exactes de tous les facteurs (membre de circonférence connue, tension, largeur du bandage) sont connues, il est possible de prédire la pression induite par le bandage. (20')

Cependant, la pression dépend également d'autre facteur comme les propriétés élastomères du matériel afin de permettre au bandage de maintenir sa compression initiale (20). La plupart des

bandages perdent leur tension initiale après un certain temps du aux propriétés visco-élastique du matériel.Ce qu'il signifie que la pression diminue également (41).La relaxation est rapide dans les premières minutes puis augmente progressivement pour atteindre un plateau 4 h après la mise en place (40).

Brodell (18) démontre effectivement que la pression sous un bandage de Robert Jones était de 76 mmHg lors de la mise en place mais diminuait rapidement après à 30 mmHg en 15 à 30 min. (18)

L'utilisation de cette équation à donc ces limites et il faut en tenir compte .

La courbure des os ne rentre pas en compte dans l'équation et pourrait faire varier considérablement les points de pression par rapport à ce qui est prédit dans l'équation (20').

De plus cette équation mesure la pression pour 1 seul tour de bandage.Dans les livres vétérinaires,chaque tour doit chevaucher le précédant de 50% (2 couches de bandages) ou 66%. (3 couches de bandages).En effet il a été prouvé qu'un chevauchement de 66% augmentait significativement la pression par rapport à 50% (27).

L'utilisation clinique de cette équation est donc encore très peu étudié chez les animaux et pourrait être une perspective d'étude dans l'avenir..

« Il est connu comme un bandage sûr avec peu de complication et assez bien tolérer par les animaux (13) »

Beaucoup d'article parle de la pression adéquate des tissus moux mais aucun ne parle de la pression a apporter pour stabiliser une fracture.

Complication (6-8-10)

Une bonne immobilisation demander une bonne compression du membre et donc une bonne tension dans le bandage .

Il faut donc faire attention car un excès de tension amène un excès de pression sur les tissus moux qui peut entrainer divers complications :Gonflement,douleur,lésions ischémique .

Cette excès de pression peut arriver lorsque le bandage contient une quantité insuffisante de rembourrage ou lorsque le rembourrage est entassé à certains endroits ou encore lorsque une tension excessive est mise dans la bande élastique (10). Ces bande élastique auto-adhésive ne sont pas capable de bouger les une par rapport aux autres pour égaliser la pression au niveau des proéminences osseuses et des articulations, ce qui entraîne des lésions ischémiques aux niveaux de ces différents points. (10)

Une augmentation de la pression sur les tissus cause un collapsus des capillaires au niveau de la peau avec diminution de la pression artérielle et diminution de la perfusion des tissus. De plus, l'œdème associé augmente la pression dans l'espace extravasculaire qui provoque également un collapsus des artérioles (32).

Cette diminution de perfusion cause une hypoxémie des tissus mous adjacents qui entraîne une augmentation de la perméabilité aux fluides et protéines et une augmentation de l'acide lactique. Ce qui induit un phénomène inflammatoire, de l'œdème secondaire et de l'ischémie avec nécrose des tissus. (8)

Cependant la pression induite par le bandage ne peut pas à elle seule expliquer les lésions ischémiques au niveau des tissus profonds. En effet, selon Jepson (30), les vaisseaux collatéraux du chien sont tellement efficaces que la ligature d'une artère principale n'induit pas de lésions ischémiques au niveau des muscles (33). De plus selon Santavirta (22), même après une occlusion totale de la circulation dans une extrémité (secondaire à un effet Tourniquet), les tissus n'entrent jamais en condition anaérobie. De plus après la libération du garrot la PO₂ remonte rapidement à des valeurs normales.

Néanmoins il a été démontré qu'un arrêt de la circulation sanguine de plus de 4h menait à des lésions vasculaires et une activation de la voie intrinsèque et extrinsèque de la coagulation menant à des lésions d'ischémie-reperfusion. (9,31)

Ces lésions d'ischémie-reperfusion contribuent avec l'œdème à une augmentation de pression au niveau des tissus profonds même après l'enlèvement du bandage.

La pression sous un bandage compressif a été calculée grâce à la méthode de microperfusion décrite par Matsen en al (17). La pression critique entraînant un arrêt de la circulation sanguine étant de 50 mmHg dans les muscles et de 30 mmHg dans la peau. (8)

Ainsi, les complications ischémiques seraient dues à 2 causes distinctes. Il y'a d'une part les lésions d'ischémie cutanée secondaire des points de trop haute pression sous le bandage induisant une compression des capillaires cutanées .

Et d'autre part les lésions plus sévères des tissus profonds (muscles) secondaire à une compression des artères irrigant les muscles (effet Tourniquet) et menant à une augmentation de pression (>50 mmHg) dans les compartiments plus profonds . (10,23) « si la pression interstitielle augmente et devient supérieure à la pression intra-capillaire »

Les conséquences de cette ischémie peuvent être graves pour la santé de l'animal. En effet ,elle cause la nécrose (Transformation d'ordre physico-chimique que subit la matière vivante et qui aboutit à sa mort .Larousse 2021) des tissus ischémisés.

Une gangrène sèche ou humide (secondairement à une infection bactérienne) peut en découler. Une fois que les bactéries (infection polymicrobienne) envahissent le tissu sous-cutané ,les tissus locaux sont détruits par des exotoxines et des protéinases. Certaines bactéries peuvent produire des enzymes causant l'oblitération des vaisseaux locaux avec une augmentation de l'hypoxémie des tissus plus profonds. Cette hypoxie facilite ensuite la croissance de bactéries anaérobies (*Clostridium* sp) encore plus agressive qui participe à la propagation de l'infection. (34,35)

Parmer des articles avec les techniques utilisées en médecine

H. Traitement des complications (12 ; P184

- Premièrement une bonne tonte de la zone est fortement recommandée.
- Prendre un écouvillon de la zone contaminée et faire un antibiogramme et une culture afin de cibler l'antibiothérapie
- Ensuite il faut éliminer les contaminants grossiers et un lavage abondant à l'aide de sérum physiologique avec des seringues de 30 ml et des aiguilles 18g pour avoir une haute pression .Elle permet de réduire mécaniquement le nombre de bactéries
- On peut utiliser un produit antibiotique ou antiseptique (chlorhexidine) pour réduire le nombre de bactéries mais ces agents peuvent endommager encore plus les tissus
- Ensuite un débridement manuel ou chimique peut être afin d'éliminer les tissus nécrotiques ,et les micro-organismes qui prolongent la guérison de la plaie.
- La plaie peut être fermée ou laissée ouverte pour guérir par seconde intention.

- Ensuite une antibiothérapie ciblée par voie systémique secondairement à l'antibiogramme est mise en place.
- Un traitement topique peut également aider à la guérison .Le miel contient des enzymes qui digèrent les tissus nécrotiques et de l'acide phénolique permettant une action anti-bactérienne. (36)
- Protéger le plaie avec un bandage approprié .
- Faire des soins de plaies régulier (tous les jours) afin d'observer l'évolution de la plaie.
- D'autre thérapie comme le laser ,thérapie à l'oxygène hyperbare... peuvent également être indiqué dans le management des soins de plaies .

Procédure de mise en place pour une tension adéquate

PQ pas une fixation interne

Complication secondaire à une mauvaise stabilisation

Limite de l'étude

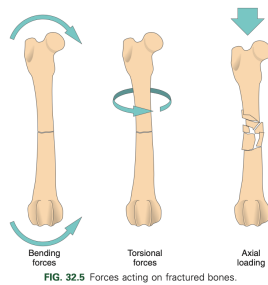
Parler des différentes contraintes qu'un bandage doit supporter et dire que notre étude n'a pas étudié en rotation ...

Five major types of loads are applied to bones that need to be considered in the selection of a fracture repair method . whereas most diaphyseal fractures are under compression.

A significant part of the fracture assessment process is determining the types of forces that will be applied to the implants and selecting those that can withstand these forces.

External coaptation may be used to provide patient comfort before surgery and decrease soft tissue damage. It also may be used as the primary repair in some conditions.

Parler de mettre une broche pour augmenter la rigidité. Du bandage



Conclusion

Pour conclure ,il a été constaté à travers cette étude expérimentale que le Bandage de Robert-Jones aurait le potentiel pour être utilisé comme traitement alternatif d'une fracture stable sur un os long .En effet il permettrait la formation d'un cal osseux en immobilisant correctement le membre d'un chien de taille moyenne pendant 3-4 semaines .

Une bonne immobilisation demande une bonne tension dans le bandage.Plusieurs auteurs ont revisité l'équation de LaPlace dans le but de prédire la pression mais peu d'études ont relaté l'utilisation de cette équation de manière clinique en médecine vétérinaire .

En effet ,il existe en médecine humaine un type bandage (BIFLEX) qui permet de prédire approximativement la tension dans le bandage en faisant apparaître un marqueur visuel lorsque le bandage est soumis à une certaine tension (27).

Un article a démontré récemment que les chirurgiens appliquaient leur bandage avec 50% de plus de pression et 50% de moins de variance de pression qu'un étudiant (6).

Afin de réduire les complications ischémiques et permettre une bonne utilisation,d'autres études biomécaniques comprenant des capteurs de pressions sont nécessaires afin de trouver un équilibre parfait .

On voit donc que si on veut que le bandage de Robert Jones soit efficace,il doit y avoir une balance entre la pression de compression que l'on applique et l'immobilisation du membre .Soit il n'y a pas assez de pressions et le bandage n'immobilise pas assez bien soit la pression est trop haute et des complications peuvent en découler (28).

- **Parler de mettre en place un protocole de mise en place de bandage avec le nombre de tour et de recouvrement de la bande précédente .parler de l'étude ou le VT fait mieux que l'étudiant**
- **Parler de l'équation de la Place en clinique**
- **Article 19,21,25,26**
- **Utilisation de bandage BIFLEX**

Bibliographie

Articles scientifiques publiés dans un périodique scientifique

1. THAM, W., SNG, S., LUM, Y.-M. et CHEE, Y.-H. A Look Back in Time: Sir Robert Jones, 'Father of Modern Orthopaedics'. *Malaysian Orthopaedic Journal*. 2014. Vol. 8, n° 3, pp. 37-41.
2. D
3. D
4. D
5. D
6. D
7. D
8. D
9. Dd
10. D
11. Dd
12. LIVRE :Small animal surgery
13. LIVRE :Decamp, CE. (2003) External coaptation. In Textbook of Small Animal Surgery. 3rd edn. Ed D. Slatter. Philadelphia, Saunders. pp 1844-1848
14. LIVRE :KRAUS, K. H., TOOMBS, J. P. et NESS, M. G. *External Fixation in Small Animal Practice*. Oxford : Blackwell Science Ltd, 2003. 233 p
15. CANAPP, S. O., CAMPANA, D. M. et FAIR, L. M. Orthopedic Coaptation Devices and Small-Animal Prosthetics. In : TOBIAS, K. M. et JOHNSTON, S. A. (éd.), *Veterinary surgery small animal*. 1st ed. St. Louis : Saunders Elsevier, 2012. pp. 628-646.
16. Livre :Nunamaker,1985 ;Piermattei et al.,1977)
17. Matsen, F. A., 111, Mayo, K. A., Sheridan, G. W.. and Krugmire, R. B., Jr.: Monitoring of intramuscular pressure. *Surgery* 79:702, 1976.
18. Brodell JD, Axon D, McCollister E: The Robert Jones bandage. *J Bone Joint Surg Br* 68: 776-779, 1986
- 19.
20. S.Thomas : The use of the Laplace equation in the calculation of sub-bandage pressure
- 21.
22. D
23. D
24. D
25. Dd
26. D
27. D
28. D
29. D
30. D
31. Jepson PN: Ischaemic contracture: Experimental study. *Ann Surg* 84:785-795, 1926
32. Mullick S: The tourniquet in operations upon the extremities. *Surg Gynecol Obstet* 146:821-826, 1978
33. Ashton H: The effect of increased tissue pressure on blood flow. *Clin Orthop* 113:15-26, 1975
34. Johansen K, Bernstein EF. Revascularization of the ischemic canine hindlimb by arteriovenous reversal. *Ann Surg*. 1979 Aug;190(2):243-53. doi: 10.1097/00000658-197908000-00019. PMID: 464694; PMCID: PMC1344494.
35. Childers BJ, Potyondy LD, Nachreiner R, et al. Necrotizing fasciitis: A fourteen-year retrospective study of 163 consecutive patients. *Am Surg* 2002;68:109-116.

36. Bonne SL, Kadri SS. Evaluation and Management of Necrotizing Soft Tissue Infections. *Infect Dis Clin North Am*. 2017 Sep;31(3):497-511. doi: 10.1016/j.idc.2017.05.011. PMID: 28779832; PMCID: PMC5656282.
37. Fournier's gangrene associated with chronic kidney disease in a dog
Jung-Jin Lee, Hye-Mi Park, Jung-Hyun Kim
38. Kumar, Bipin, Das, Apurba, and Alagirusamy, R. 'Prediction of Internal Pressure Profile of Compression Bandages Using Stress Relaxation Parameters'. 1 Jan. 2012 : 1 – 13.
39. **Wan Syazehan Ruznan, PhD^{1,2}, Raechel M. Laing, MS, PhD¹, Bronwyn J. Lowe, BEng, PhD¹, Cheryl A. Wilson, MCApSc, PhD¹, and Timothy J. Jowett, MSc¹**
40. Ruznan WS, Laing RM, Lowe BJ, Wilson CA, Jowett TJ. Understanding Stress-Strain Behavioral Change in Fabrics for Compression Bandaging. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*. April 2020. doi:10.1177/1534734620912093
41. LIVRE : Morton WE, Hearle JWS. *Physical Properties of Textile Fibres*. 4th ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing; 2008.
- 42.
- 43.

Livres

12 : SMALL ANIMAL SURGERY

Mémoire et thèse de doctorat

Hibon Laurine- REALISATION PRATIQUE DES BANDAGES EN ORTHOPEDIE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

