

La liste des contenus est disponible à [ScienceDirect](#)

Journal of Equine Veterinary Science

Page d'accueil du journal : www.j-evs.com

Original Research

Étude contrôlée, en aveugle, portant sur l'effet de vibrations cycloïdales pendant 20 minutes sur la locomotion globale du cheval et les profils thoraco-lombaires

Russell Mackechnie-Guire ^{a, b, *}, Erik Mackechnie-Guire ^a, Rosie Bush ^a, Ruth Wyatt ^c, Diane Fisher ^d, Mark Fisher ^d, Lorna Cameron ^e

^a Centaur Biomechanics, 25 Oaktree Close, Moreton Morrell, Warwickshire CV35 9BB, Royaume-Uni

^b Royal Veterinary College, The Royal Veterinary College, Hawkshead Lane, North Mymms, Hatfield AL9 7TA, Royaume-Uni

^c The King's Troop Royal Horse Artillery, King George VI Lines, Woolwich, Londres SE18 4BB

^d Woolcroft Saddlery, Mays Lane, Wisbech PE13 5BU, Royaume-Uni

^e University Centre Sparsholt, Sparsholt, Winchester SO21 2NF, Hampshire



INFORMATIONS SUR L'ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 26 janvier 2018

Reçu sous sa forme révisée

le 18 juin 2018

Accepté le 13 septembre 2018

Disponible en ligne le 9 octobre 2018

Mots clés :

Cheval

Locomotion

Cycloïdale

Vibration

Thoraco-lombaire

RÉSUMÉ

Chez l'homme, le traitement par vibrations s'est avéré être bénéfique à la fois dans un contexte clinique et sportif. Bien que l'utilisation de ce traitement soit très récente chez le cheval, des bénéfices similaires ont été rapportés. Afin d'évaluer l'effet immédiat qu'un traitement par vibrations cycloïdales peut exercer sur l'amplitude thoraco-lombaire du mouvement et les dimensions de la musculature thoraco-lombaire, 30 chevaux non boiteux (âge moyen \pm ET 12 \pm 8,77 ans, taille moyenne \pm ET 1,65 \pm 0,94 m) ont été répartis en deux groupes : le groupe traité et le groupe placebo. Les chevaux ont été équipés de huit capteurs inertiels. Le groupe traité a reçu un traitement par vibrations cycloïdales de 20 minutes et le groupe placebo n'a reçu aucun traitement. Les différences dans les dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire ont été obtenues avant et après le traitement pour les deux groupes. Un test t apparié a été réalisé pour déterminer les différences au niveau du mouvement et des dimensions de la musculature thoraco-lombaire ($p \leq 0,05$) pour les deux groupes. Dans le groupe traité, il a été observé une augmentation de l'amplitude de mouvement du garrot en direction verticale (avant 69,00 \pm 8,77 mm, après 70,84 \pm 8,79 mm, $p = 0,04$) et du 13e segment vertébral thoracique en direction médio-latérale (avant 26,45 \pm 4,29 mm, après 29,27 \pm 5,29 mm, $p = 0,01$). Les dimensions de la musculature thoraco-lombaire ont augmenté au niveau de T10 (3 cm), (avant 20,90 \pm 3,42 cm, après 21,72 \pm 3,30 cm, $p = 0,02$) et de T13 (3 cm), (avant 27,01 \pm 5,11 cm après 28,23 \pm 5,56 cm, $p = 0,02$). Aucune différence significative ($p \geq 0,13$) n'a été observée pour aucun des paramètres de mouvement définis par des unités de mesure inertielles et pour aucune des dimensions de la musculature thoraco-lombaire chez les chevaux du groupe placebo. Le traitement par des vibrations cycloïdales appliqué dans la région de la colonne thoracique et de l'arrière-main est associé à une modification des paramètres cinématiques de la colonne thoraco-lombaire.

© 2018 Elsevier Inc. Tous droits réservés.

1. Introduction

Le marché de la thérapie équine est vaste, avec une gamme étendue de produits destinés aux propriétaires de chevaux ; par exemple, des aides à l'exercice,

Déclaration concernant le bien-être animal et l'éthique : L'étude a été approuvée par le comité d'éthique et de bien-être de l'établissement du cinquième auteur.

Déclaration de conflit d'intérêts : Le financement a été fourni par Equissage Pulse Saddle, NHC Technology, Royaume-Uni. Aucun des auteurs de cet article n'entretient de relation financière ou personnelle avec d'autres personnes ou d'autres organisations qui pourraient influencer de manière inappropriée ou biaiser le contenu cet article.

* Auteur pour la correspondance : Russell Mackechnie-Guire, Centaur Biomechanics, 25 Oaktree Close, Moreton Morrell, Warwickshire CV35 9BB, Royaume-Uni.

Adresse de courrier électronique : info@centaurbiomechanics.co.uk (R. Mackechnie-Guire).

<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.09.012>

0737-0806/© 2018 Elsevier Inc. Tous droits réservés.

des systèmes de massage portables, des couvertures de massage, etc. sont commercialisés pour aider les propriétaires à améliorer le bien-être de leurs chevaux, à soutenir la fonction musculosquelettique avant et après l'exercice, et dans certains cas à contribuer à la rééducation d'un cheval blessé. Les aides à l'exercice ont reçu une attention scientifique particulière [1,2] ainsi que les surfaix de travail [3] ; cependant, peu de preuves objectives sont disponibles sur les produits, notamment les systèmes/ couvertures de massage, en particulier concernant leur utilisation, leur efficacité et les bénéfices obtenus à court et à long terme. Un grand nombre de bénéfices sont associés à des systèmes faciles à utiliser pour le propriétaire, dans la mesure où ils sont non invasifs, qu'ils nécessitent peu de formation pour l'utilisateur et qu'ils peuvent compléter d'autres solutions thérapeutiques lorsqu'ils sont utilisés régulièrement.

L'homme et le cheval ont des points communs au niveau de leur physiologie et de leur réponse aux interventions (par exemple, exercices de posture dynamique). Des études ont montré qu'après une série d'exercices de posture, l'homme [4]

comme le cheval [5] montraient des réponses similaires au niveau de la musculature ; c'est-à-dire une augmentation de la surface transversale et de la fonction du muscle multifide du rachis, entraînant une plus grande stabilité thoraco-lombaire qui, chez le cheval, s'est avérée améliorer la stabilité vertébrale et optimiser la posture [5]. Compte tenu de ce parallélisme, il peut sembler probable que des réponses similaires soient obtenues chez le cheval, telles qu'elles ont été observées chez l'homme avec d'autres formes d'interventions.

Une méthode thérapeutique émergente est constituée par l'utilisation des vibrations, une forme de traitement déjà éprouvée chez l'homme. Des études ont montré un effet positif sur la fonction du bras après l'application de vibrations musculaires focales à la suite d'une mastectomie [6]. Une amélioration de la force musculaire a été rapportée chez des patients hémiplegiques victimes d'un accident vasculaire cérébral et ayant reçu des vibrations musculaires locales à haute fréquence [7]. De même, en association avec la physiothérapie, un traitement par vibrations (100 Hz) appliqué sur le triceps brachial d'un membre supérieur spastique a entraîné une réduction de la spasticité du muscle fléchisseur agoniste, le biceps brachial, ainsi qu'une amélioration de la fonction après un traitement par vibrations [8].

Chez le cheval, une réponse physiologique à un traitement par vibrations a été rapportée, bien qu'elle ait été limitée. Dans une récente étude utilisant des vibrations sur le corps entier (délivrées sur un cheval en position debout sur un sol vibrant), administrées selon un programme prescrit de 30 minutes, deux fois par jour pendant cinq jours par semaine et une durée totale de 60 jours, une amélioration de la section transversale du muscle multifide a été observée après un traitement de 30 et 60 jours. De même, il a été observé une amélioration de la symétrie du muscle multifide (gauche / droite) après 60 jours [9]. Une autre étude a rapporté qu'un traitement de courte durée par des vibrations sur le corps entier (pendant 30 jours) pouvait être bénéfique à des chevaux boiteux, présentant différentes pathologies musculosquelettiques chroniques [10].

À la suite de ces résultats, il a été supposé qu'un traitement par vibrations appliqué sur le dos d'un cheval pouvait apporter un certain bénéfice dans la prise en charge d'un cheval monté. Pendant la monte, le dos du cheval doit fonctionner avec des forces supplémentaires appliquées par la selle et le cavalier [11,12] forces auxquelles l'évolution n'a pas préparé le cheval. La région thoraco-lombo-sacrée dans sa totalité est responsable du transfert de ces forces. La colonne thoracique fait l'objet d'un intérêt particulier en ce qui concerne la posture d'un cheval ; il s'agit d'une zone présentant des fixations musculaires très importantes contribuant à la posture et au contrôle [13,14]. Il a également été montré que la musculature se trouvant autour de la 13^e vertèbre thoracique présentait des variations au cours de l'année [15] selon le climat, les saisons, les fluctuations du poids et l'exercice [16]. Les changements de la musculature de cette région ont été associés au glissement de la selle [17], confirmant l'importance d'un système musculosquelettique optimal, en particulier dans la région thoraco-lombaire, permettant au cheval de résister aux forces dynamiques consécutives à l'interaction cheval-selle-cavalier, et contribuant à fournir une résistance contre les blessures et à favoriser le système locomoteur.

De nombreux propriétaires de chevaux utilisent les massages avant l'exercice avec l'objectif d'optimiser les performances du cheval. À la connaissance des auteurs, il n'existe aucune étude évaluée par les pairs portant sur l'effet aigu des vibrations cycloïdales sur la locomotion équine, lorsqu'elles sont appliquées à la colonne thoracique et à l'arrière-main. L'objectif de cette étude a été d'établir l'effet immédiat qu'un surfaix contenant une unité délivrant un traitement par vibrations cycloïdales, placé sur la colonne thoracique, pouvait avoir sur la locomotion équine et les dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire chez un groupe de chevaux non boiteux. Cette étude a été réalisée pour identifier tous les changements mesurables de la locomotion et des dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire, avant et immédiatement après un traitement par vibrations cycloïdales de 20 minutes, dans un groupe de chevaux non boiteux.

Les hypothèses ont été les suivantes : 1) le groupe traité montrera une augmentation de l'amplitude de mouvement de la colonne thoracique, ainsi qu'une amélioration des valeurs de symétrie par rapport au groupe placebo ; 2) dans le groupe traité, il sera observé une augmentation des dimensions de la musculature épiaxiale thoracique au niveau du segment de la 13^e vertèbre thoracique.

2. Matériels et méthodes

L'étude a été approuvée par le comité d'éthique et de bien-être de l'établissement du cinquième auteur.

2.1. Chevaux

Les chevaux ont fait l'objet d'une évaluation réalisée par un vétérinaire, et aucune boiterie n'a été observée de manière subjective. L'allure des chevaux a également été évaluée de manière quantitative sur une surface dure avec un système de capteurs validé [18,19]. Un échantillon de convenance de 30 chevaux militaires, présentant des tailles au garrot comprises entre 1,63 et 1,80 m, avec une moyenne \pm ET de $1,69 \pm 0,7$ m, une masse corporelle comprise entre 495 et 550 kg avec une moyenne \pm ET de 523 ± 47 kg, et un âge compris entre 6 et 12 ans avec une moyenne \pm ET de 9 ± 3 ans. Les chevaux avaient travaillé régulièrement avant l'étude, et étaient considérés comme aptes à effectuer leurs tâches habituelles. Tous les chevaux ont été logés dans le même établissement, et y avaient séjourné pendant une durée prolongée, en moyenne \pm ET 10 ± 2 ans. La participation a été volontaire, et le vétérinaire a donné un consentement éclairé pour tous les chevaux inclus dans l'étude. Le vétérinaire pouvait retirer les chevaux à un moment quelconque de l'étude.

2.2. Recueil des données

2.2.1. Mesures cinématiques / Unités de mesure inertielles

Les chevaux ont été équipés de huit unités de mesure inertielles (UMI) MTw (Xsens), en utilisant un système de capteurs validé (Equissage. NHC Technology Ltd, Colomendy Industrial Estate, Rhyl Road, Denbigh, LL16 5TS) [18,19]. Celles-ci ont été fixées à la nuque, au garrot, au niveau des segments vertébraux de la 13^e vertèbre thoracique et de la troisième vertèbre lombaire, au sacrum, aux vertèbres caudales, aux angles des hanches gauche et droite, en utilisant des poches faites sur mesure et de l'adhésif double face. Le même technicien a appliqué chaque capteur pendant toute l'étude, et les localisations des capteurs ont été repérées avec de la peinture cutanée blanche. Pour réduire la variabilité, les poches des capteurs sont restées sur le cheval pendant toute l'étude. Les données des capteurs ont été collectées à 60 Hz par un canal propre à chaque capteur, et transmises par un protocole de transmission des données sans fil breveté (Xsens Technologies B.V., P.O. Box 559, 7500, An Enschede, Pays-Bas), à une station réceptrice (Awinda, Xsens) connectée à un ordinateur portable fonctionnant avec le logiciel MTManager (Xsens). Les spécifications des UMI ont été les suivantes : taux d'échantillonnage interne 1 000 Hz, période tampon 30 secondes, dimensions, $47 \times 30 \times 13$ mm, poids 16 grams, plage de température de fonctionnement $0^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$ précision dynamique $0,75^\circ$ moyenne quadratique (MQ) (roulis/tangage) et $1,5^\circ$ MQ (cap).

Les unités de mesure inertielles ont été traitées en utilisant les protocoles publiés [20]. En bref, les données d'accélération triaxiales des capteurs ont été converties en un cadre de référence comprenant la gravité (z : vertical) et le cheval (x : crâniocaudal et y : médiolatéral), puis doublement intégrées au déplacement. Les données de déplacement ont été segmentées en foulées individuelles, sur la base de la vitesse verticale du capteur du sacrum [21], et les valeurs moyennes des variables cinématiques suivantes ont été calculées pour toutes les foulées de chaque exercice.

- Amplitude de mouvement : valeur maximale et minimale sur un cycle de foulée pour x, y et z au trot.
- Différence minimale (diff_{min}) : différence entre deux valeurs minimales du déplacement vertical (z) observée au cours de deux appuis diagonaux au trot [22].
- Différence maximale (diff_{max}) : différence entre deux valeurs maximales du déplacement vertical (z) observée après deux appuis diagonaux au trot [22].

2.2.2. Dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire Les dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire ont été obtenues

en utilisant une nouvelle règle courbe flexible (Blundell Harling 600 mm), qui a été utilisée en épousant la forme du dos, perpendiculairement à la ligne médio-dorsale à trois niveaux de la colonne vertébrale : T10, T13 et T18. À des fins de répétabilité, les vertèbres T10, T13 et T18 ont été identifiées et repérées avec de la peinture cutanée blanche. Un installateur de selles unique, qualifié par la Société des maîtres selliers (Society of Master Saddlers, SMS), a réalisé toutes les mesures, le cheval étant droit sur une surface dure et plane. Les mesures de la forme de la région dorsale thoraco-lombaire du corps de chaque cheval ont été obtenues en suivant les directives de la SMS [23]. Les dimensions thoraco-lombaires (largeur à 3 cm et 15 cm ventralement à la ligne médio-dorsale) ont été mesurées au niveau des vertèbres T10, T13, T18 [15,16] avant et après le traitement, puis un graphique a été tracé sur du papier millimétré A5 et la largeur a été mesurée à 3 cm et 15 cm ventralement à la ligne médio-dorsale. Le coefficient de variance a été inférieur à 0,04 pour toutes les mesures, en effectuant trois relevés par mesure.

2.3. Protocole de l'étude

Les chevaux ont été randomisés dans deux groupes : un groupe traité recevant un traitement par vibrations cycloïdales et un groupe placebo ne recevant aucun traitement par vibrations. Les deux groupes (traitement / placebo) dans lesquels les chevaux ont été distribués ont été soumis à une procédure en aveugle à la fois pour le technicien appliquant les capteurs et pour le technicien réalisant les mesures thoraco-lombaires. Tous les chevaux avaient effectué un exercice normal la veille de l'étude et, le jour de l'étude, tous les chevaux ont été placés dans des stalles d'écurie. Pour le groupe traité comme le groupe placebo, les données ont été collectées avant et après l'intervention, et les données des UMI ont été analysées à partir de 60 cycles de mouvements (moyenne \pm ET 60 \pm 3). Le protocole de recueil des données est resté le même pour les deux groupes ; les chevaux ont été mis au trot par le même dresseur sur une surface en béton à extrémités ouvertes, d'une longueur de 20 m. Six études ont été réalisées ; les données des six études ont été automatiquement appariées aux foulées. Seuls les cycles de mouvement rectiligne ont été inclus dans l'analyse, en omettant chaque tournant ainsi que deux foulées au début et à la fin de chaque étude ; si le cheval perdait la rectitude (c'est-à-dire s'il trotait sur trois ou quatre pistes), modifiait son allure ou augmentait sa vitesse, alors l'étude était répétée.

Le groupe traité a été composé de 20 chevaux, présentant une taille au garrot comprise entre 1,63 et 1,80 m, avec une moyenne \pm ET de 1,50 \pm 0,1 m, une masse corporelle comprise entre 495 et 590 kg, avec une moyenne \pm ET de 500 \pm 42 kg, et un âge compris entre 6 et 12 ans, avec une moyenne \pm ET de 10 \pm 3 ans. Le groupe placebo a été composé de 10 chevaux, présentant une taille au garrot comprise entre 1,60 et 1,80 m, avec une moyenne \pm ET de 1,50 \pm 0,20 m, une masse corporelle comprise entre 495 et 590 kg, avec une moyenne \pm ET de 502 \pm 47 kg, et un âge compris entre 6 et 11 ans, avec une moyenne \pm ET de 9 \pm 2 ans.

Pour le groupe traité, les chevaux ont été équipés d'un surfaix sur mesure (Fig. 1), placé sur les vertèbres thoraciques 10 à 13, et fixé avec une sangle ventrale et thoracique (Equissage Pulse Saddle, NHC Technology UK). Au niveau de la face dorsale du surfaix se trouvait une unité pesant 4,5 kg et mesurant 1 400 mm de longueur, 300 mm de largeur et 80 mm de diamètre antérieur (Fig. 2). Sur la face ventrale du surfaix, deux coussins ont été placés afin de créer un passage libre pour les processus épineux (Fig. 3). Chaque cheval a été immobilisé par des attaches dans la stalle et a reçu un traitement d'une durée de 20 minutes avec une fréquence de vibrations cycloïdales réglée à 45 Hz. Parallèlement, un opérateur a délivré un traitement manuel par vibrations de 20 minutes au niveau des fessiers, des ischio-tibiaux, des grands dorsaux, du biceps fémoral, du triceps, du brachio-céphalique, du trapèze et des rhomboïdes. En utilisant une unité portable avec une fréquence de vibrations cycloïdales fixée à 65 Hz, chaque région, qui contenait des muscles superficiels et plus profonds, a reçu deux minutes et demie de massage avec quatre passages dans la direction des poils (Fig. 4).

Pour le groupe placebo, les chevaux ont été équipés d'un surfaix sur mesure pesant le même poids, présentant les mêmes dimensions et la même conception que celles indiquées



Fig. 1. Vue latérale du surfaix placé sur la colonne thoracique dans la région des vertèbres thoraciques 10 à 13. Placée sur la face dorsale du surfaix se trouve une unité pesant 4,5 kg et mesurant 1 400 mm de longueur, 300 mm de largeur et 80 mm de diamètre antérieur, délivrant des vibrations cycloïdales pendant 20 minutes réglées à une fréquence de 45 Hz.

précédemment (Equissage Pulse Saddle, NHC Technology UK). À la différence du groupe placebo, le surfaix utilisé dans le groupe placebo ne délivrait aucune vibration cycloïdale. Chaque cheval a été immobilisé par des attaches dans la stalle et a reçu un traitement factice d'une durée de 20 minutes. En outre, comme dans le groupe traité, un opérateur a délivré un traitement manuel par vibrations factices de 20 minutes au niveau des fessiers, des ischio-tibiaux, des grands dorsaux, du biceps fémoral, du triceps, du brachio-céphalique, du trapèze et des rhomboïdes en utilisant une unité portable, qui, comme le surfaix, ne fournissait aucun traitement par vibrations cycloïdales (Equissage Hand Unit, NHC Technology UK). Le même protocole que celui indiqué précédemment a été réalisé, avec chaque



Fig. 2. Sur la face ventrale du surfaix, deux coussins ont été placés à gauche et à droite de la ligne médio-dorsale, afin de créer un passage libre pour les processus épineux.



Fig. 3. Vue ventrale de la mise en place du surfaix sur la colonne thoracique.

région qui contenait des muscles superficiels et plus profonds, en administrant deux minutes et demie de massage factice avec quatre passages dans la direction des poils.

2.4. Analyse des données

2.4.1. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel SPSS (ver.22, IBM, Armonk, États-Unis). Les dimensions thoraco-lombaires et les paramètres d'évaluation cinématiques



Fig. 4. Les chevaux ont reçu un massage manuel d'une durée de 20 minutes en utilisant une unité portable fournissant des vibrations cycloïdales réglées à la fréquence de 65 Hz. L'opérateur utilisant la poignée noire, le cylindre blanc a été placé sur le cheval et, en suivant la direction des poils, des vibrations cycloïdales ont été appliquées sur les fessiers, les ischio-tibiaux, les grands dorsaux, le biceps fémoral, le triceps, le brachio-céphalique, le trapèze et les rhomboïdes.

ont été évalués vis-à-vis de la normalité en utilisant un test de Shapiro-Wilks, et se sont avérés suivre une distribution normale. Un modèle mixte a été utilisé pour déterminer l'influence de la vitesse sur les paramètres d'évaluation des résultats. Les mesures thoraco-lombaires et les différences d'amplitude de mouvement dans les directions crâniocaudale (z), médiolatérale (y) et verticale (z) pour le garrot, les segments vertébraux de la 13e vertèbre thoracique et de la troisième vertèbre lombaire, le sacrum, les vertèbres caudales, les angles des hanches gauche et droite, avant et après traitement ont été évaluées en utilisant un test t apparié, avec un niveau de signification fixé à $p \leq 0,05$.

2.4.2. Vitesse

Dans la mesure où de nombreux paramètres cinématiques sont influencés par la vitesse, les différences de vitesse entre les différentes conditions ont été testées. Un début et une fin ont été identifiés pour la durée nécessaire pour que chaque point soit enregistré sur le cheval. Le temps a été enregistré par le même technicien. Aucune différence significative n'a été observée pour aucun des paramètres d'évaluation, lorsque la vitesse a été incluse dans le modèle mixte.

3. Résultats

Les différents significatives (moyenne \pm ET) de l'amplitude de mouvement du garrot (avant $69,00 \pm 8,77$ mm, après $70,84 \pm 8,79$ mm, $p = 0,04$) et du sacrum (avant $76,63 \pm 10,10$ mm, après $74,26 \pm 9,87$ mm, $p = 0,04$) en direction verticale, et de la vertèbre T13 (avant $26,45 \pm 4,29$ mm, après $29,27 \pm 5,29$ mm, $p = 0,01$) en direction médio-latérale ont été observées chez les chevaux ayant reçu un traitement par vibrations cycloïdales, ainsi qu'une différence plus réduite entre les valeurs minimales droite et gauche au niveau du sacrum diff_{min} . Aucune différence significative ($p \geq 0,10$) n'a été observée dans aucun des paramètres de mouvement mesurés par les UMI pour les chevaux du groupe placebo (Tableau 1).

Des changements significatifs (moyenne \pm ET) des profils de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire ont été observés, augmentés au niveau de T10 (3 cm en direction ventro-dorsale), (avant $20,90 \pm 3,42$ cm après $21,72 \pm 3,30$ cm, $p = 0,02$), T10 (15 cm en direction ventro-dorsale), (avant $33,50 \pm 3,22$ cm après $34,81 \pm 3,22$ cm, $p = 0,02$) et T13 (3 cm en direction ventro-dorsale), (avant $27,01 \pm 5,11$ cm après $28,23 \pm 5,56$ cm, $p = 0,02$). Aucun changement significatif ($p \geq 0,13$) au niveau des profils de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire n'a été observé dans le groupe placebo (Tableau 2).

4. Discussion

L'objectif de cette étude a été de déterminer l'effet aigu des vibrations cycloïdales sur la locomotion équine et les dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire. Bien que certaines différences aient été rapportées ici, les auteurs considèrent que cette étude n'a exploré que l'effet aigu, bien que des changements statistiquement significatifs aient été observés, certains sont de faible ampleur et pourraient provenir d'une variation biologique. Afin d'éviter cette variation biologique, les chevaux de cette étude ont été logés et pris en charge dans le même établissement, ils étaient de type et de condition physique similaires, et un groupe placebo a été inclus dans l'étude pour mieux déterminer si les changements observés étaient le résultat d'une variation biologique ou provenaient d'autres facteurs.

Dans ce groupe de chevaux, les résultats de la présente étude confirment l'hypothèse qu'un traitement par vibrations, lorsqu'il est administré sur les segments vertébraux thoraciques moyens et l'arrière-main, exerce un effet sur la locomotion équine. Plus particulièrement, des différences affectant l'amplitude du mouvement au niveau du garrot et du sacrum en direction verticale et de la 13e vertèbre en direction médio-latérale et des différences plus faibles entre deux minimums de mouvements verticaux du bassin ont été observées, ainsi qu'une augmentation des dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire au niveau du garrot et du 13e segment vertébral. En outre, le groupe placebo qui a suivi le même protocole

Tableau 1

Données cinématiques pendant le trot avant et après traitement, dans le groupe traité par des vibrations cycloïdales (n = 20) et dans le groupe placebo non traité par des vibrations cycloïdales (n = 10), (ADMM = amplitude de mouvement en direction médio- latérale, ADMZ = amplitude de mouvement en direction verticale, sacrum diff_{min} = différence entre deux minimums dans le déplacement vertical).

Paramètres UMI	ADM du groupe traité par vibrations cycloïdales (mm)			ADM du groupe non traité par vibrations cycloïdales (mm)		
	avant	après	Valeur de P ≤ 0,05	avant	après	Valeur de P ≤ 0,05
ADMZ garrot (moyenne ± ET)	69,00 ± 8,77	70,84 ± 8,79	0,04	66 ± 5,85	67,89 ± 8,68	0,25
ADMM 13e thoracique (moyenne ± ET)	26,45 ± 4,29	29,27 ± 5,29	0,01	26 ± 4,81	24,66 ± 5,04	0,20
ADMZ sacrum (moyenne ± ET)	76,63 ± 10,10	74,26 ± 9,87	0,04	70,33 ± 10,87	71,00 ± 10,22	0,75
Sacrum diff _{min} (moyenne ± ET)	3,10 ± 5,70	1,23 ± 6,37	0,05	27 ± 5,84	-3,73 ± 3,35	0,10

(à l'exclusion de tout traitement par vibration) n'a montré aucun changement au niveau d'un quelconque mouvement ou des paramètres dorsaux.

Le dos du cheval est rigide, ce qui permet de transmettre efficacement les forces, mais également de connecter les membres thoraciques et pelviens et de faciliter la locomotion quadrupédique, un phénomène qui a fait l'objet d'un intérêt scientifique récent [12,24]. La région comprise entre le 10e et le 13e segment vertébral thoracique est particulièrement intéressante pour optimiser la santé et la fonction du dos du cheval [14]. Chez le cheval monté, il existe une zone de la selle située à l'arrière du pommeau (twist en anglais) (point le plus étroit du siège) qui correspond à l'endroit où le centre de masse du cavalier s'aligne avec le centre de masse du cheval, à propos de laquelle il a été montré que son mouvement était modifié pendant le trot avec un cavalier en position assise et debout [25]. La partie crâniale des vertèbres thoraciques une activité musculaire considérable en relation avec la posture et le contrôle du mouvement, notamment avec les muscles grands dorsaux, largement responsables du contrôle et de la stabilisation de la colonne vertébrale [13]. En utilisant des paramètres dérivés des UMI, les caractéristiques cinématiques de la colonne thoraco-lombo-sacrée ont été rapportées à l'endroit où l'amplitude maximale de mouvement dorso-ventral est survenue au niveau de la vertèbre thoracique 13, pendant le trot en ligne droite, par rapport à un trot en cercle. Chez le cheval monté, il a été indiqué qu'une réduction des pressions de la selle sur les segments vertébraux thoraciques (10-13) était associée à une amélioration des caractéristiques locomotrices et une augmentation des dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire [26]. Dans le groupe traité de la présente étude, des changements mesurables ont été observés après un traitement par vibrations ; il a été supposé que le traitement par vibrations appliqué avait affecté la musculature associée à la posture, au contrôle et à la locomotion, en particulier au niveau de la musculature de gainage thoracique et des stabilisateurs dorsaux ; une recherche complémentaire est nécessaire pour confirmer ce résultat, en utilisant éventuellement d'autres systèmes de mesure qui devraient permettre d'explorer l'activité musculaire en réponse au traitement par vibrations. Si les changements observés sont obtenus à la suite du traitement par vibrations, cela pourrait avoir un impact sur le cheval monté en ce qui concerne l'exercice, l'équilibre de la selle, l'interaction selle-cavalier, et contribuer à optimiser la santé et la fonction du dos du cheval.

L'influence exercée par le traitement par vibrations sur la fonction musculaire a été établie chez l'homme [6,7,9,10,27]. Bien qu'elles soient encore très récentes, les investigations chez le cheval ont montré que la section transversale des muscles multifides était augmentée après un programme thérapeutique prescrit, nécessitant la mise en place du cheval sur un plateau vibrant [9]. Cette étude a consisté à appliquer un traitement par vibrations au niveau des vertèbres thoraciques moyennes et de l'arrière-main ; dans ce groupe de chevaux, une augmentation

des dimensions de la musculature épiaxiale a été observée. Une augmentation des dimensions de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire a été rapportée et associée à la posture du cheval [15,26]. Bien qu'elles soient statistiquement significatives, les différences rapportées ici sont réduites ; des études devront tenter d'explorer ces changements avec une taille d'échantillon plus importante. Cependant, sur la base de ces changements, il peut être supposé qu'après le traitement, le cheval modifie son thorax par rapport à sa ceinture scapulaire, à cause de l'augmentation de l'activité musculaire, entraînant un changement mesurable du mouvement associé aux 10e et 13e segments vertébraux thoraciques. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour comprendre la mécanique directe sous-jacente à ces changements. En les comprenant mieux chez le cheval monté, ces changements pourraient être recherchés dans la mesure où il a été précédemment indiqué qu'une amélioration de la locomotion avait été associée à une augmentation des dimensions thoraco-lombaires de la région thoracique (T13) ; des études complémentaires sont nécessaires pour explorer ces bénéfices éventuels.

Cette étude a utilisé des UMI placées le long de la colonne thoraco-lombo-sacrée du cheval ; les changements observés ont été localisés au niveau du positionnement des UMI sur des segments vertébraux spécifiques. Dans cette étude, les UMI ont été positionnées au niveau de repères spécifiques le long de la colonne thoraco-lombo-sacrée, au niveau du garrot, de la 13e vertèbre thoracique et de la troisième vertèbre lombaire, ainsi qu'au niveau des protubérances sacrées. Afin de réduire la variabilité, l'identification de repères anatomiques et le positionnement des capteurs ont été réalisés par le même technicien. Une évaluation plus détaillée de la cinématique du dos permettrait d'améliorer l'étude en quantifiant les termes thoraco-lombaire et sacré. Les UMI ont largement été utilisées sur le terrain ; cependant, le recueil des données sous des conditions de laboratoire contribuerait à réduire certains paramètres, notamment l'interaction avec le dresseur. Bien que notre étude n'ait pas été affectée par la vitesse, et que seules les études où le cheval a été maintenu sur une ligne droite aient été incluses dans l'analyse, l'utilisation d'un tapis roulant permettrait de standardiser la vitesse et la rectitude pour chaque cheval.

Dans la présente étude, en ce qui concerne le groupe traité, des différences plus réduites ont été observées entre deux minimums de mouvements verticaux des protubérances sacrées (bassin), indiquant une symétrie entre les côtés gauche et droit. Des forces de réaction au sol maximales ont été associées à une diff_{min} pelvienne [20]. Il a été supposé que des forces de réaction au sol plus symétriques ont été obtenues après que le traitement par vibrations a été appliqué ; des études complémentaires sont nécessaires pour comprendre le mécanisme sous-jacent à ce phénomène et à ces changements des valeurs de symétrie. Il est possible que des changements se soient produits en raison d'une altération de la fonction du dos

Tableau 2

Profils de la musculature épiaxiale thoraco-lombaire au niveau de la dixième (T10), treizième (T13) et dix-huitième (T18) vertèbres thoraciques, avant et après un traitement par vibrations dans les groupes traité et placebo.

Situation	Groupe	T10 3 cm (cm)	T10 15 cm (cm)	T13 3 cm (cm)	T18 3 cm (cm)
Avant traitement (moyenne ± ET)	Groupe traité	20,90 ± 3,42	33,50 ± 3,22	27,01 ± 5,11	33,17 ± 3,95
Après traitement (moyenne ± ET)	Groupe traité	21,72 ± 3,30	34,81 ± 3,22	28,23 ± 5,56	34,20 ± 2,94
Valeur de p P ≤ 0,05	Groupe traité	0,02	0,02	0,02	0,19
Avant traitement (moyenne ± ET)	Groupe placebo	21,86 ± 0,94	34,34 ± 2,79	26,23 ± 3,23	34,92 ± 2,66
Après traitement (moyenne ± ET)	Groupe placebo	21,08 ± 3,16	33,52 ± 2,78	25,95 ± 3,21	33,23 ± 3,15
Valeur de p	Groupe placebo	0,39	0,53	0,73	0,13

facilitant la transmission des forces ; ces résultats nécessitent des investigations complémentaires.

La présente étude a exploré l'effet que le traitement par vibrations exerçait sur la locomotion de chevaux au cours d'un trot en main. L'investigation de ces paramètres à la marche et au galop pourrait être intéressante. L'évaluation des chevaux a été complétée en main avec le même dresseur pendant toute l'étude pour limiter la variabilité. Les variables liées à la selle et au cavalier ont été réduites en évaluant les chevaux en main, dans la mesure où l'influence qu'exerce le cavalier [11,28] et l'équipement sur le cheval [26,29e31] a été rapportée précédemment. Cette étude pourrait être améliorée en utilisant un nombre égal de chevaux dans chaque groupe et une taille d'échantillon plus importante.

5. Conclusion

Le traitement par vibrations chez l'homme s'est avéré bénéfique pour améliorer l'activité musculaire, la récupération après l'exercice et pour la rééducation. Dans ce groupe de chevaux, cette étude a mis en évidence que le traitement par vibrations, en utilisant la mise en place d'un surfaix sur le cheval et d'une unité portable, contenant une unité délivrant des vibrations cycloïdales, avait un effet immédiat sur le cheval en modifiant l'amplitude de mouvement thoracique, la musculature thoracolumbaire et la symétrie pelvienne. Dans le groupe placebo, qui a suivi le même protocole, mais qui n'a reçu aucun traitement par vibrations, aucun changement des paramètres mesurés n'a été observé. Des études complémentaires sont nécessaires pour comprendre ces changements et explorer l'efficacité à long terme d'un traitement par vibrations, ainsi que sa signification clinique et biologique.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier The Kings Troop, Royal Horse Artillery pour son assistance dans le recueil des données et la société Equissage pour le prêt des systèmes Equissage.

Références

- [1] Pfau T, Simons V, Rombach N, Stubbs N, Weller R. Effect of a 4-week elastic resistance band training regimen on back kinematics in horses trotting inhand and on the lunge. *Equine Vet J* 2017;49:829e35.
- [2] Walker VA, Dyson SJ, Murray RC. Effect of a Pessoa training aid on temporal, linear and angular variables of the working trot. *Vet J* 2013;198:404e11.[3] Mackechnie-Guire R, Mackechnie-Guire E, Bush R, Fisher D, Fisher M, Weller R. Local back pressure caused by a training roller during lunging with and without a pessoa training aid. *J Equine Vet Sci* 2018;67:112e7.
- [4] Hides J, Gilmore C, Stanton W, Bohlscheid E. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Man Ther* 2008;13: 43e9.
- [5] Stubbs NC, Kaiser LJ, Hauptman J, Clayton HM. Dynamic mobilisation exercises increase cross sectional area of musculus multifidus. *Equine Vet J* 2011;43: 522e9.
- [6] Celletti C, Fara MA, Filippi GM, La Torre G, Tozzi R, Vanacore N, et al. Focal muscle vibration and physical exercise in postmastectomy recovery: an explorative study. *Biomed Res Int* 2017;2017:7302892.
- [7] Costantino C, Galuppo L, Romiti D. Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017;53:32e40.
- [8] Casale CR, Maestri R, Fundaro C, Chimento P, Foti C. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: a double-blind controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014;50:495e504.
- [9] Halsberghe BT, Gordon-Ross P, Peterson R. Whole body vibration affects the cross-sectional area and symmetry of the m. multifidus 10. of the thoracolumbar spine in the horse. *Equine Vet Educ* 2017;29:493e9.[10] Halsberghe BT. Long-term and immediate effects of whole body vibration on chronic lameness in the horse: a pilot study. *J Equine Vet Sci* 2017;48: 121e128.e2.
- [11] Clayton HLJ, Schamhardt H, Van Wessum R. The effects of a rider's mass on ground reaction forces and fetlock kinematics at the trot. *Equine Vet J Suppl* 1999;30:218e21.
- [12] Fruethwirth B, Peham C, Scheidle M, Schobesberger H. Evaluation of pressure distribution under an English saddle at walk, trot and canter. *Equine Vet J* 2004;38:754e7.
- [13] Licka T, Frey A, Peham C. Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses when walking on a treadmill. *Vet J* 2009;180:71e6.
- [14] Licka T, Peham C, Frey M. Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses during trotting on a treadmill. *Am J Vet Res* 2004;65:155e8.
- [15] Greve L, Dyson S. A longitudinal study of back dimension changes over 1 year in sports horses. *Vet J* 2015;203:65e73.
- [16] Greve L, Murray R, Dyson S. Subjective analysis of exercise-induced changes in back dimensions of the horse: the influence of saddle-fit, rider skill and work quality. *Vet J* 2015;206:39e46.
- [17] Greve L, Dyson SJ. The interrelationship of lameness, saddle slip and back shape in the general sports horse population. *Equine Vet J* 2014;46:687e94.[18] Pfau T, Witte TH, Wilson AM. A method for deriving displacement data during cyclical movement using an inertial sensor. *J Exp Biol* 2005;208(Pt 13): 2503e14.
- [19] Warner SM, Koch TO, Pfau T. Inertial sensors for assessment of back movement in horses during locomotion over ground. *Equine Vet J Suppl* 2010: 417e24.
- [20] Rhodes B, Reed SK, Schoonover M, Whitfield C, Yonezawa Y, Maki H, Frank P, Keegan K. Associations of force plate and body-mounted inertial sensor measurements for identification of hind limb lameness in horses. *Am J Vet Res* 2016;77:337e45.
- [21] Starke SD, Witte TH, May SA, Pfau T. Accuracy and precision of hind limb foot contact timings of horses determined using a pelvis-mounted inertial measurement unit. *J Biomech* 2012;45:1522e8.
- [22] Kramer JKK, Kelmer G, Wilson A. Objective determination of pelvic movement during hind limb lameness by use of a signal decomposition method and pelvic height differences. *Am J Vet Res* 2004;65:741e7.[23] CiS-caGLNV. Certificateinsaddlefitting(inassociationwiththeSocietyofMaster Saddlers) (4750-80) city and guilds. London- NPTC; 2007. Version 1. 2007.
- [24] Faber M, Johnston C, Schamhardt H, Van Weeren R, Roepstorff L, Barneveld A. Basic three-dimensional kinematics of the vertebral column of horses trotting on a treadmill. *Am J Vet Res* 2001;62:757e64.
- [25] Martin P, Cheze L, Pourcelot P, Desquilbet L, Duray L, Chateau H. Effects of the rider on the kinematics of the equine spine under the saddle during the trot using inertial measurement units: methodological study and preliminary results. *Vet J* 2017;221:6e10.
- [26] Murray R, Guire R, Fisher M, Fairfax V. Reducing peak pressures under the saddle panel at the level of the 10th to 13th thoracic vertebrae may be associated with improved gait features, even when saddles are fitted to published guidelines. *J Equine Vet Sci* 2017;54:60e9.[27] Veqar Z, Imtiyaz S. Vibration therapy in management of delayed onset muscle soreness (DOMS). *J Clin Diagn Res* 2014;8:LE01e4.[28] Peham C, Licka T, Schobesberger H, Meschan E. Influence of the rider on the variability of the equine gait. *Hum Mov Sci* 2004;23:663e71.
- [29] Munz A, Eckardt F, Witte K. Horse-rider interaction in dressage riding. *Hum Mov Sci* 2014;33:227e37.
- [30] Murray R, Guire R, Fisher M, Fairfax V. Girth pressure measurements reveal high peak pressures that can be avoided using an alternative girth design that also results in increased limb protraction and flexion in the swing phase. *Vet J* 2013;198:92e7.
- [31] Murray R, Guire R, Fisher M, Fairfax V. A bridle designed to avoid peak pressure locations under the headpiece and noseband is associated with more uniform pressure and increased carpal and tarsal flexion, compared with the horse's usual bridle. *J Equine Vet Sci* 2015;35:947e55.