



41^{ème} Journée de la Recherche Équine
Jeudi 12 mars 2015

Simulateur équestre dans la rééducation de pathologies neurologiques, à propos de 3 observations chez l'homme

Par

C.Delpouve¹, J. Stumm², B. Sachse³, S.Biau⁴, E. Verin¹

¹ CRMPR Les Herbiers 111 rue Herbeuse, 76230 Bois Guillaume

² Association Cheval-Espérance 4449 rue de la Haie 76230 Bois-Guillaume

³ 1 route des Epis 60240 Tourly Oise

⁴ Institut Français du cheval et de l'Équitation BP 207 - Terrefort, 49411 Saumur Cedex

Résumé

L'équithérapie ou la rééducation par l'équitation existe depuis que l'homme a apprivoisé le cheval. Notre objectif était d'étudier l'apport de l'équithérapie sur l'équilibre, le tonus musculaire, la spasticité et le bien être chez des patients atteints d'une pathologie neurologique centrale. 3 patients ont été suivis pendant 6 semaines, à raison d'une séance par semaine de 45 minutes sur cheval mécanique par patient. Les 3 patients ont progressivement acquis un équilibre antéro-postérieur et latéral à cheval, pour des allures croissantes. Le harnais de sécurité a ainsi pu être retiré. Un patient présentant une spasticité (ie : hypertonie) importante des adducteurs de hanche a constaté une amélioration à l'issue des 6 séances. Les patients se sentaient en sécurité et se disaient satisfaits de leurs séances. Ces premiers résultats ont confirmé les bénéfices attendus de l'équithérapie par cheval mécanique. Nous souhaitons étendre notre recherche à des patients atteints d'une lésion médullaire.

Mots clés : Hippothérapie, équithérapie, rééducation, lésion neurologique, équilibre, spasticité

Summary

Hippotherapy or horsebackriding rehabilitation exist since man has tame horses. Our purpose was to study how hippotherapy could improve balance, muscular tone, spasticity and wellbeing on patients with central neurological injury. 3 patients have been followed during 6 weeks, with one 45-minute session a week on mechanical horse. They have gradually gained antero-posterior and lateral balance on horse, with increased speed. The body harness could be taken off in the end. A patient with hip adductor spasticity has seen an improvement after 6 weeks. Patient feeled statisfied and safe. Those first results confirm hippotherapy benefits with mechanical horse. We now want to go on with patients with spinal cord injury.

Key-words: Hippotherapy, neurological injury, spasticity, balance



Introduction

L'équithérapie ou la rééducation par l'équitation existe depuis que l'homme a apprivoisé le cheval. Le CRMPR les Herbiers souhaite promouvoir la recherche sur l'équithérapie chez les patients présentant une lésion d'origine neurologique (lésion de l'encéphale, de la moelle épinière ou des nerfs périphériques) entraînant des problèmes d'équilibre et de tonus musculaire ; dans un cadre sécurisé. Dans cette indication elle semble améliorer ces troubles. Ce programme est mené en partenariat avec l'institut français du cheval et de l'équitation (IFCE) ; l'association « cheval espérance » situé à Isneauville, spécialisée dans l'équithérapie et le handicap psychomoteur ; et le cavalier professionnel B. Sachsé.

Le véritable engouement pour l'équitation thérapeutique a commencé en 1952 quand Liz Hartel, cavalière danoise atteinte de poliomyélite, gagne la médaille d'argent de dressage aux jeux olympiques d'Helsinki. Elle témoigne de l'aide que l'équitation a pu lui apporter pour combattre sa maladie. Par sa victoire, le pouvoir thérapeutique du cheval a été mis en avant dans la rééducation et est devenu populaire, sans réellement de travaux scientifiques prouvant son efficacité.

Lors de la marche du cheval au pas en quatre temps, l'encolure, par un mouvement de bascule de haut en bas et par un léger balancement latéral, attire successivement les épaules vers l'avant et entraîne ainsi les mouvements des membres antérieurs.

Les mouvements de l'encolure, des membres postérieurs et antérieurs sont transmis à la colonne vertébrale du cheval qui supporte le poids du cavalier. L'amplitude des mouvements est maximale dans la seconde moitié de la région thoracique, entre T9 et T14. C'est dans cette zone que le cavalier est assis. Il bénéficie de la région la plus mobile du dos du cheval pour sa rééducation. Lorsque le cheval place le premier postérieur, le bassin situé du même côté va s'abaisser et s'incliner latéralement. Ceci engendre le même mouvement chez le cavalier avec un allongement du tronc du côté en mouvement et un raccourcissement du tronc du côté en appui. Pour que le postérieur en mouvement atteigne le sol, le cheval doit fléchir la colonne vertébrale et tourner son bassin de ce côté-là. Cela engendre une rotation du bassin du cavalier. La phase de mouvement du postérieur est également une phase d'accélération, déplaçant momentanément le poids du cavalier vers l'arrière suite à une inclinaison de son bassin vers l'arrière. Lorsque le postérieur entre en contact avec le sol, le centre de gravité du cheval est déplacé du même côté, entraînant ainsi un déplacement latéral du cavalier. Cette phase correspond aussi à une période de décélération au cours de laquelle il se produit un déplacement du cavalier vers l'avant, suite à une flexion antérieure du bassin.

Il en résulte un déplacement dans les trois plans de l'espace. Le déplacement du cheval au pas impose au bassin du cavalier un mouvement en forme de huit, mouvement d'avant en arrière mais aussi de haut en bas, qui se rapproche beaucoup des mouvements du bassin retrouvés à la marche.

Le fait de rester assis à cheval, au pas, fait contracter plus de 300 muscles et impose plus de 2000 ajustements posturaux par demi-heure. Ceci engendre une contraction et un relâchement des muscles agonistes et antagonistes des deux côtés. Par le biais de la colonne vertébrale du cavalier, les mouvements sont transmis aux muscles du haut du corps. De plus, s'il tient les rênes et si celles-ci sont au contact de la bouche du cheval, les mouvements de l'encolure et de la tête du cheval sont transmis à tout le haut du corps du cavalier. L'adaptation du corps du cavalier au pas résulte en une contraction et un relâchement alternatifs de l'ensemble des muscles. Le système vestibulaire est stimulé par le mouvement du cheval, ses changements de direction et de vitesse. Ce système sensoriel, situé dans l'oreille interne, permet de maintenir l'équilibre du patient grâce à la perception des variations de position de son corps dans l'espace. Le système olfactif répond aux nombreuses odeurs présentes dans les manèges et les écuries. La vision est mise à contribution dans le contrôle du cheval. Le système auditif est stimulé par tous les bruits présents dans le manège.

L'équitation thérapeutique peut donc participer au traitement des pathologies neuromusculaires et des troubles de l'équilibre. L'une des premières études sur la valeur de l'équitation thérapeutique a été réalisée par le Pr Chassaigne, physiologiste, en 1870. Il a démontré dans une thèse de doctorat en physiologie que l'équitation thérapeutique est bénéfique dans le traitement de l'hémiplégie, paraplégie et d'autres troubles neurologiques. Les résultats de son étude montrent que l'équilibre est amélioré, qu'il y a un renforcement musculaire, que les articulations sont plus souples et que le moral des patients est incontestablement meilleur. L'équithérapie permet le travail des mobilités articulaires et de la coordination motrice. Lorsque le cavalier est sur le cheval, il subit les mouvements provoqués par le déplacement de l'animal. Il adapte son tonus musculaire aux modifications structurelles du dos du cheval ce qui crée en permanence un déséquilibre où le cheval est le générateur de stimuli rythmiques, de modifications posturales, aboutissant à des adaptations posturales du cavalier secondaires aux déséquilibres. En variant sa vitesse et sa position, la



posture des patients est stimulée, leur centre de gravité déplacé, et ils travaillent ainsi leur stabilité, leur posture dynamique, leur équilibre vestibulaire et leurs réflexes somatosensoriels.

La spasticité est un symptôme qui apparaît chez les patients ayant une lésion cérébrale ou de la moelle épinière. Elle se définit comme une augmentation de la réponse de contraction musculaire à l'étirement. Elle se traduit cliniquement par une résistance à la flexion des muscles et donc une limitation du mouvement. Pour limiter ce phénomène une mobilisation passive avec étirements progressifs et postures quotidiennes est préconisée. La position du cavalier à cheval induit un allongement des fibres musculaires des muscles adducteurs de hanches et muscles fléchisseurs de hanches. Elle pourrait de ce fait améliorer les capacités d'étirements de ces muscles et réduire ainsi le phénomène de spasticité.

L'utilisation d'un simulateur équestre est déjà répandue dans l'entraînement des cavaliers. Il permet de travailler avec précision les mouvements du cavalier, la position du bassin et du rachis tout en modulant l'allure selon son propre choix. Il permet également de s'affranchir de la peur de l'animal, aux mouvements parfois imprévisibles, et ce d'autant que le cavalier est novice. Il permet enfin une pratique en toute sécurité de par une meilleure stabilité et la présence d'un harnais.

Les mouvements du cheval mécanique dans notre centre de rééducation sont limités à un balancier dans un axe antéro-postérieur avec une possibilité de variation des fréquences entre 10 et 120Hz, comparable aux allures du cheval. Il ne reproduit donc pas un réel pas de cheval.

Nous souhaitons ainsi évaluer l'apport de l'équithérapie à cheval mécanique sur l'équilibre, le tonus musculaire, la spasticité et le bien être chez des patients atteints d'une pathologie neurologique centrale. Les patients pourraient dans un second temps monter à cheval au sein du centre « Cheval Espérance ».

1. Protocole de l'étude

Nous rapportons la mise en place d'une rééducation par l'équithérapie sur cheval mécanique dans un centre de rééducation (CRMPR les Herbiers à Bois Guillaume, Haute Normandie). Nous avons suivi pendant 6 semaines trois patients ayant une lésion neurologique centrale (de l'encéphale ou de la moelle épinière), à raison d'une séance par semaine.

1.1. Caractéristiques des patients :

Le patient 1, âgé 66 ans, avait eu un accident vasculaire hémorragique en 2011. Il présentait une hémiparésie (paralysie de son hémicorps) droite séquellaire avec des troubles de la sensibilité superficielle et proprioceptive de tout son hémicorps droit. Il avait une spasticité du membre inférieur droit à type de contracture, prédominant sur les muscles fléchisseurs de hanche et les ischio-jambiers, douloureuse et invalidante. L'équilibre assis était bon. Il était capable de marcher avec une canne tripode et des chaussures orthopédiques sur un périmètre de 10m. Il se déplaçait en fauteuil roulant manuel pour de plus longues distances. Son équilibre bipodal était bon, son équilibre monopodal gauche difficile (moins de 10 secondes) et impossible à droite. Son membre supérieur droit n'était pas fonctionnel. Ce patient était un ancien cavalier de haut niveau et montait à cheval régulièrement jusqu'en 2011.

Le patient 2, âgé de 73 ans, avait eu un AVC ischémique dans le territoire vertébro-basilaire droit en 2007. Il conservait un syndrome cérébelleux statique et dynamique à prédominance gauche, une dysarthrie (trouble de l'articulation) et des troubles de déglutition. Le syndrome cérébelleux correspond à une atteinte du cervelet qui est la zone de notre cerveau permettant d'ajuster la précision de nos mouvements (fonction dynamique) et de maintenir notre équilibre (fonction statique). Il avait également une diplopie (vision double) dans la verticalité du regard et une paralysie du regard horizontal par atteinte des nerfs crâniens VI et III droit. L'équilibre assis était moyen avec des déséquilibres vers la gauche. L'équilibre debout sans aide était élémentaire (appui bipodal < 5secondes) avec un élargissement important du polygone de sustentation. La marche était possible avec aide humaine et déambulateur lesté de 12 kilos. Il se déplaçait en fauteuil roulant manuel, en se propulsant avec les pieds. Aux membres supérieurs, la coordination de ses deux mains était possible mais maladroite, avec une très faible précision aux exercices de dextérité. Le patient n'avait jamais pratiqué d'équitation.

La patiente 3, âgée de 42 ans, avait une sclérose en plaques diagnostiquée en 2012. Elle présentait une hémiparésie gauche et un syndrome cérébelleux statique. L'équilibre assis était bon. La patiente marchait sans aide technique 30 minutes par jour un jour sur deux, lentement. La patiente n'était jamais montée à cheval.

Leur examen clinique neurologique était stable depuis plusieurs mois. Aucun patient ne présentait de contre-indication à la pratique du cheval mécanique.



1.2. Déroulement des séances

Les trois patients suivaient un protocole identique pour chaque séance. Ils avaient en début de séance des étirements et des mobilisations douces des membres inférieurs. Les patients étaient ensuite placés sur le cheval mécanique avec un lève-malade mécanique sur rail.

Les patients commençaient avec le cheval à l'arrêt pendant 5 minutes, puis à 30 Hz (au pas) pendant 5 minutes. La fréquence était ensuite réglée à 50 Hz pour réaliser des exercices d'équilibre et de mobilisation du tronc.

Les exercices étaient d'une durée de 2 minutes et comprenaient :

- main gauche sur la cuisse droite et inversement
- main gauche puis main droite sur les omoplates
- Rotation du bras droit puis gauche
- mains sur la tête, bascule de 5° en avant et en arrière du tronc
- Rotation du buste en latéralité droite et gauche, mains jointes à 90°
- Simulation de tir à l'arc à droite et à gauche avec rotation externe exagérée de l'épaule
- Main droite sur hanche gauche et simulation de prise d'épée avec extension du bras droit, et inversement

Pour prévenir les chutes, les patients pouvaient se tenir avec les mains à la selle du cheval mécanique. Ils étaient de plus entourés par du personnel de chaque côté et pouvaient, s'ils le souhaitaient, garder le harnais autour de lui relié au lève malade. Des tapis en mousse entouraient le cheval mécanique.

Durant les 10 dernières minutes sur le cheval mécanique, des étirements des membres inférieurs (ischio-jambiers, adducteurs de hanche, fléchisseurs de hanche, gastrocnémiens) du patient étaient réalisés.

2. Résultats

Le patient 1 a rapidement acquis l'équilibre sur le cheval mécanique à 30, 50 et 70 Hz. Son expérience de cavalier lui a permis de trouver dès la première séance un bon placement de son bassin et de son rachis, et ce malgré le déséquilibre lombo-pelvien retrouvé à l'examen clinique en statique et lié à son hémiparésie. Il a été très gêné par une spasticité douloureuse des adducteurs droits nécessitant l'arrêt prématuré des deuxième et troisième séances. Nous avons réalisé de fait des étirements des adducteurs avant chaque séance, sur le cheval mécanique. Nous avons pu retirer dès la seconde séance le harnais de sécurité. A la dernière séance, le patient maîtrisait l'équilibre latéral et antéro postérieur à des allures mimant le pas, le trot et le galop. Il réussissait à trotter enlevé et à galoper. L'équilibre statique du patient s'est amélioré dès la première séance avec un maintien en position debout sans appréhension. Il n'y a pas eu d'effet sur la marche. Le patient se disait satisfait de ses séances. Il comparait cependant ses sensations à cheval mécanique à celles ressenties à cheval avant son AVC. Ces comparaisons ont initialement compliqué la réalisation des exercices.

Le patient 2 n'était initialement pas capable de tenir en équilibre sur le cheval mécanique sans le harnais qui le reliait au plafond. La première séance a permis de travailler l'équilibre antéropostérieur à l'arrêt et au maximum de 30Hz. Le harnais de sécurité a pu être détaché à partir de la troisième séance. Lors des 5 séances suivantes, le patient a travaillé l'équilibre antéro postérieur et latéral à une allure de 30 Hz puis 50 Hz. L'examen clinique a mis en évidence un meilleur équilibre statique debout dès la troisième séance. Le patient était toujours très enthousiaste pour ces séances.

La patiente 3 a acquis l'équilibre antéro postérieur et latéral à 30 Hz à la première séance. Elle a su tenir à partir de la seconde séance sur le cheval à 50 et 70 Hz. Sa position du bassin s'est améliorée dès la seconde séance avec en fin de séance un travail de jeu de ballon avec un travail de déséquilibres/équilibre, toujours à cheval. La patiente a commencé à travailler le trot enlevé à partir de la 3^{ème} séance. A la dernière séance la patiente avait acquis un équilibre antéropostérieur et latéral sans harnais, au pas, au trot et au trot enlevé. Sa position pelvienne et rachidienne était stable et satisfaisante. La patiente n'a ressenti aucune douleur musculaire et se sentait très motivée par ces séances. Elle n'a pas ressenti d'amélioration lors de la marche.

Les patients 2 et 3 ont continué les séances de cheval mécanique au-delà des 6 semaines. La patiente 3 a arrêté après 8 séances, par manque de motivation. Le patient 1 a présenté un nouvel AVC, à distance des séances, et n'a pu par conséquent poursuivre les séances d'équithérapie. Le patient 2 poursuit les séances et a effectué une séance d'attelage au centre « Cheval Espérance ».



3. Discussion

Cette étude met en avant l'intérêt de l'équithérapie sur cheval mécanique. Elle permet d'observer des progrès en terme d'équilibre et de bien être chez les trois patients suivis, alors qu'ils n'avaient pas d'autre rééducation. Cet apprentissage s'est fait en toute sécurité, sans aucune crainte de chute.

Le suivi initial de 6 semaines est très court et nécessite d'être prolongé au-delà pour observer d'avantage de progrès. L'objectif dans un second temps sera d'évaluer le retentissement de ces séances sur leurs capacités fonctionnelles au quotidien et sur le vécu de leur maladie. Nous avons également conscience que les progrès seraient plus rapides en augmentant la fréquence des séances, ce qui pose un problème logistique au sein de notre structure.

Nous avons une série d'exercices à proposer à nos patients mais chaque séance est individualisée en fonction du ressenti et des progrès du patient. L'attention particulière portée durant ces séances peut également participer à leur bien-être. Les patients avaient en effet une relation privilégiée avec leur thérapeute et se retrouvaient à cheval, debout et avec un regard surplombant la salle.

L'équithérapie à cheval mécanique apparaît comme une étape indispensable avant de monter à cheval. Elle rassure le patient et pose les prérequis en terme d'équilibre et de position. La montée à cheval dans un second temps apportera de nouveaux stimuli visuels, sonores et proprioceptifs. Nous pensons cependant que le travail à cheval mécanique est à poursuivre au-delà, comme en témoigne déjà B. Sachsé qui l'utilise chaque jour. La montée à cheval impose des contraintes qui ne permettent pas de travailler les mêmes exercices et avec autant de sécurité. Le cheval mécanique pourrait ainsi devenir un outil quotidien pour la rééducation des patients présentant une lésion neurologique, et ce dès la phase précoce de leur prise en charge. Il présente de plus une facilité d'accès au sein de notre centre.

Nous souhaitons poursuivre l'évaluation du cheval mécanique en terme d'effet sur le tonus musculaire, le bien-être, la spasticité et l'équilibre, auprès des patients présentant une lésion médullaire (de la moelle épinière)

Remerciements

Merci au Pr Verin, initiateur de ce projet, qui a su me transmettre cette passion de l'équithérapie et de toutes les possibilités qu'elle ouvre aux patients.

Merci à J.Stumm, toujours présente, au plus près des patients pour les guider et les motiver. Hâte de te voir à nouveau à cheval!

Merci à B.Sachse, pour son soutien, ses précieux conseils et son expertise. Un centaure.

Merci à S.Biau de nous apporter soutien, rigueur et conseils pour notre projet qui ne fait que commencer.

Références

Aranda-García, Silvia, Albert Iricibar, Antoni Planas, Joan A. Prat-Subiran, and Rosa M. Angulo-Barroso 2015. Comparative Effects of Horse Exercise versus Traditional Exercise Programs on Gait, Muscle Strength, and Body Balance in Healthy Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 23(1): 78–89.

De Araújo, Thais Borges, Ricardo Jacó de Oliveira, Wagner Rodrigues Martins, *et al.* 2013. Effects of Hippotherapy on Mobility, Strength and Balance in Elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 56(3): 478–481.

Baek, Il-Hun, and Byeong Jo Kim 2014. The Effects of Horse Riding Simulation Training on Stroke Patients' Balance Ability and Abdominal Muscle Thickness Changes. *Journal of Physical Therapy Science* 26(8): 1293–1296.

Beinotti, Fernanda, Gustavo Christofolletti, Nilzete Correia, and Guilherme Borges 2013. Effects of Horseback Riding Therapy on Quality of Life in Patients Post Stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation* 20(3): 226–232.

Beinotti, Fernanda, Nilzete Correia, Gustavo Christofolletti, and Guilherme Borges 2010. Use of Hippotherapy in Gait Training for Hemiparetic Post-Stroke. *Arquivos De Neuro-Psiquiatria* 68(6): 908–913.

Biery, M. J. 1985. Riding and the Handicapped. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 15(2): 345–354.

Bronson, C., K. Brewerton, J. Ong, C. Palanca, and S. John Sullivan 2010. Does Hippotherapy Improve Balance in Persons with Multiple Sclerosis: A Systematic Review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 46(3): 347–353.



- Clayton, Hilary M., Leeann J. Kaiser, Bonnie de Pue, and Lana Kaiser 2011. Center-of-Pressure Movements during Equine-Assisted Activities. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association* 65(2): 211–216.
- Encheff, Jenna L., Charles Armstrong, Michelle Masterson, Christine Fox, and Phillip Gribble 2012. Hippotherapy Effects on Trunk, Pelvic, and Hip Motion during Ambulation in Children with Neurological Impairments. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association* 24(3): 242–250.
- Garner, Brian A., and B. Rhett Rigby 2015. Human Pelvis Motions When Walking and When Riding a Therapeutic Horse. *Human Movement Science* 39: 121–137.
- Han, Jun Young, Jong Moon Kim, Shin Kyoung Kim, et al 2012. Therapeutic Effects of Mechanical Horseback Riding on Gait and Balance Ability in Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine* 36(6): 762–769.
- Heine. B1998, L'hippothérapie: Une Approche À Facettes Multiples. *Kinésithérapie Scientifique* (376): 36–40.
- Herrero, Pablo, Angel Asensio, Elena García, et al 2010. Study of the Therapeutic Effects of an Advanced Hippotherapy Simulator in Children with Cerebral Palsy: A Randomised Controlled Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 11: 71.
- Homnick, Douglas N., Kim M. Henning, Charlene V. Swain, and Tamara D. Homnick 2013. Effect of Therapeutic Horseback Riding on Balance in Community-Dwelling Older Adults with Balance Deficits. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)* 19(7): 622–626.
- Kim, Seong-Gil, and Jung-Ho Lee 2015. The Effects of Horse Riding Simulation Exercise on Muscle Activation and Limits of Stability in the Elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 60(1): 62–65.
- Kim, Seonggil, Goon-Chang Yuk, and Hwangbo Gak 2013. Effects of the Horse Riding Simulator and Ball Exercises on Balance of the Elderly. *Journal of Physical Therapy Science* 25(11): 1425–1428.
- Lechner, H. E., S. Feldhaus, L. Gudmundsen, *et al.* 2003. The Short-Term Effect of Hippotherapy on Spasticity in Patients with Spinal Cord Injury. *Spinal Cord* 41(9): 502–505.
- Lechner, Helga E., Tanja H. Kakebeeke, Dörte Hegemann, and Michael Baumberger 2007. The Effect of Hippotherapy on Spasticity and on Mental Well-Being of Persons with Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 88(10): 1241–1248.
- Lee, Chae-Woo, Seong Gil Kim, and Sang Su Na 2014 The Effects of Hippotherapy and a Horse Riding Simulator on the Balance of Children with Cerebral Palsy. *Journal of Physical Therapy Science* 26(3): 423–425.
- McGibbon, N. H., C. K. Andrade, G. Widener, and H. L. Cintas 1998. Effect of an Equine-Movement Therapy Program on Gait, Energy Expenditure, and Motor Function in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Developmental Medicine and Child Neurology* 40(11): 754–762.
- McGibbon, Nancy H., William Benda, Burriss R. Duncan, and Debbie Silkwood-Sherer 2009. Immediate and Long-Term Effects of Hippotherapy on Symmetry of Adductor Muscle Activity and Functional Ability in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 90(6): 966–974.
- Mégrot, Fabrice, Benoît Bardy, and Gilles Dietrich 2002. Dimensionality and the Dynamics of Human Unstable Equilibrium. *Journal of Motor Behavior* 34(4): 323–328.
- Muñoz-Lasa, Susana, Giorgio Ferriero, Raquel Valero, *et al.* 2011. Effect of Therapeutic Horseback Riding on Balance and Gait of People with Multiple Sclerosis. *Giornale Italiano Di Medicina Del Lavoro Ed Ergonomia* 33(4): 462–467.
- Schwesig, R., S. Neumann, D. Richter, *et al.* 2009. [Impact of therapeutic riding on gait and posture regulation]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ Der Gesellschaft Für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 23(2): 84–94.
- Silkwood-Sherer, Debbie, and Heather Warmbier 2007. Effects of Hippotherapy on Postural Stability, in Persons with Multiple Sclerosis: A Pilot Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT* 31(2): 77–84.
- Silva e Borges, Maria Beatriz, Maria José da Silva Werneck, Maria de Lourdes da Silva, Lenora Gandolfi, and Riccardo Pratesi 2011. Therapeutic Effects of a Horse Riding Simulator in Children with Cerebral Palsy. *Arquivos De Neuro-Psiquiatria* 69(5): 799–804.



Sunwoo, Hyuk, Won Hyuk Chang, Jeong-Yi Kwon, *et al.* 2012 Hippotherapy in Adult Patients with Chronic Brain Disorders: A Pilot Study. *Annals of Rehabilitation Medicine* 36(6): 756–761.