

MINISTERE DE LA SANTE

REGION LORRAINE

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

Influence de la pratique du Concours de Saut d'Obstacle sur la cheville du cavalier :

Amplitude, fatigabilité et proprioception.



Mémoire présenté par **Sophie SCHEPLER**
étudiante en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de
Masseur-Kinésithérapeute.
2010-2011

« Qui est sur le dos d'un cheval a déjà un pied dans la tombe ... »

Proverbe arabe

« Qui veut voyager loin, ménage sa monture. »

Proverbe français

SOMMAIRE

RESUME

1. <u>INTRODUCTION</u>	1
2. <u>GENERALITES</u>	3
2.1. <u>LE CAVALIER DE CONCOURS DE SAUT D'OBSTACLE (CSO)</u>	3
2.2. <u>LE FONCTIONNEMENT DU CAVALIER PENDANT LE SAUT</u>	4
3. <u>ANATOMIE ET BIOMECHANIQUE DE LA CHEVILLE DU CAVALIER DE CONCOURS DE SAUT D'OBSTACLES</u>	6
3.1. <u>LA CHEVILLE, ANATOMIE MISE EN JEU</u>	6
3.1.1. <i>Les articulations</i>	6
3.1.2. <i>Les muscles</i>	9
3.2. <u>LE GESTE SPORTIF</u>	11
3.2.1. <i>Les étriers</i>	11
3.2.2. <i>Zones de contraintes et transmission des forces</i>	13
3.2.3. <i>Modélisation des forces agissant sur la cheville du cavalier en équilibre</i>	14
4. <u>ETUDE</u>	16
4.1. <u>POPULATION, MATERIEL ET METHODE</u>	16
4.1.1. <i>Population</i>	16
4.1.2. <i>Matériel</i>	16
4.1.3. <i>Méthode</i>	17
4.2. <u>QUESTIONNAIRE</u>	17
4.3. <u>PROTOCOLE</u>	17
4.3.1. <i>Généralité sur les tests</i>	17
4.3.2. <i>Mesure des amplitudes articulaires</i>	18
4.3.3. <i>Fatigabilité</i>	19
4.3.4. <i>Proprioception</i>	20
4.3.5. <i>Traitement statistique</i>	21
5. <u>RESULTATS</u>	22
5.1. <u>STATISTIQUES DESCRIPTIVES</u>	22
5.1.1. <i>Sexe</i>	22
5.1.2. <i>Taille et Poids</i>	22
5.1.3. <i>Age</i>	22
5.1.4. <i>La pratique de l'équitation : niveau, intensité, durée</i>	23

5.2.	<u>LES VARIABLES TESTEES</u>	23
5.2.1.	<i>La flexion dorsale</i>	23
5.2.2.	<i>Test de fatigabilité du triceps sural</i>	24
5.2.3.	<i>Proprioception</i>	24
6.	<u>DISCUSSION</u>	25
6.1.	<u>HYPOTHESE POUR L'EXPLICATION DES RESULTATS</u>	25
6.1.1.	<i>L'absence de différence d'amplitude en flexion dorsale</i>	25
6.1.2.	<i>L'absence de différence au test de fatigabilité du triceps sural</i>	26
6.1.3.	<i>La différence de proprioception</i>	27
6.2.	<u>INTERET DE L'ETUDE EN MASSO-KINESITHERAPIE</u>	28
6.3.	<u>LES LIMITES DE L'ETUDE</u>	29
7.	<u>CONCLUSION</u>	29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Parmi les préjugés concernant l'équitation, celui d'être un sport dangereux notamment pour le rachis est très vivace. Si la cheville ne pâtit pas d'une telle « mauvaise presse », elle est au contraire négligée. En effet, dans la littérature, peu d'études s'y intéressent en détail et aucune problématique ne se dégage que ce soit de manière positive ou au contraire négative.

Notre souci dans ce travail a été d'apporter des éléments biomécaniques ainsi que des éléments concrets d'expérimentation pour étayer la réflexion d'un masseur kinésithérapeute lors de la prise en charge des chevilles d'un sportif aussi spécifique que le cavalier.

Nous avons choisi d'illustrer notre réflexion biomécanique par la réalisation de tests pratiques sur un échantillon de 30 cavaliers de concours de saut d'obstacles (CSO) en comparaison à groupe « témoin » de 30 sujets non sportifs. La pratique du CSO est particulièrement opportune pour étudier l'articulation talo-crurale car c'est la discipline équestre où elle joue un rôle crucial dans le geste sportif. Nous le décrirons dans une première partie.

Nous avons mesuré 3 paramètres au niveau de la cheville : l'amplitude en flexion dorsale, la fatigabilité du triceps sural et la proprioception. Les différences constatées entre les 2 groupes, au niveau des 2 premiers paramètres, n'ont pas atteint un niveau de signification statistique, ce qui suggère la nécessité d'affiner davantage ces mesures. Cependant, le test de Student ($\alpha = 5\%$) a révélé une différence significative concernant la proprioception de la cheville des cavaliers de CSO par rapport à celle du groupe témoin ($p = 0,017$).

Nous avons conclu que le CSO n'engendre à priori pas d'hypersollicitation articulaire ou musculaire mais qu'il sollicite surtout l'éveil proprioceptif des chevilles des cavaliers.

Ce gain pourra être exploité en kinésithérapie pour adapter la rééducation et la réadaptation des cavaliers de CSO. Le cavalier pourra ainsi compenser une problématique capsulo-ligamentaire déficitaire suite à une entorse par exemple, en exploitant sa proprioception au cours d'une rééducation adaptée à ses spécificités.

Mots clés : équitation, cavalier, CSO, cheville.

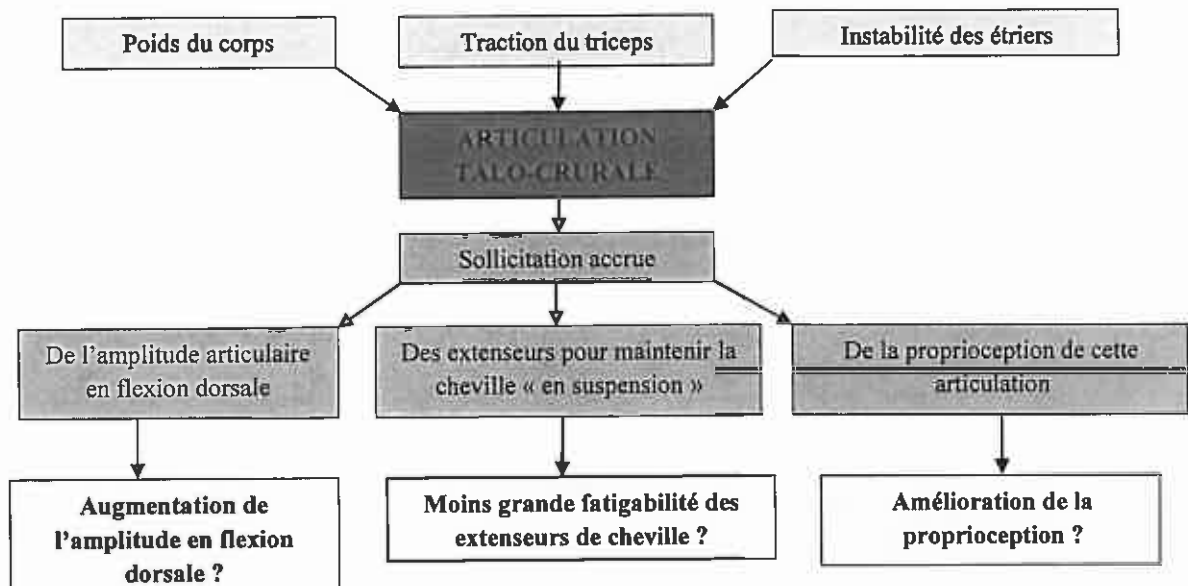
1. INTRODUCTION

Dans le passé, les méfaits de l'équitation ont souvent été récriés, surtout en ce qui concerne le rachis [1]. Par la suite certains comme Auvinet ont prouvé que ce n'était pas forcément fondé, et que si lombalgie il y a, dans la plupart des cas, elle est bénigne et passagère [2,3,4]. D'autres articulations ont été étudiées : la hanche du cavalier a souvent été décrite comme le siège de plusieurs pathologies spécifiques (pas tant le légendaire ostéome des cavaliers aujourd'hui disparu grâce à l'évolution du matériel sportif que la tendinite ou le claquage des adducteurs [3,4,5]). Le genou, quant à lui, souffrirait surtout au niveau du compartiment fémoro-patellaire dans les sports équestres [4].

En ce qui concerne l'articulation talo-crurale, nos recherches bibliographiques initiales ont attiré notre attention sur un « vide » étonnant. Cette absence est remarquable dans des études comme celle d'Auvinet en 1987 mais dans bien d'autres également [3 4, 5, 6] qui analyse tous les « étages » : rachis, hanche, genou mais pas la cheville... Oubli ou choix ? Il nous a donc semblé intéressant d'explorer ici plus précisément les phénomènes mis en jeu au niveau de cette articulation dans la pratique de l'équitation.

Nous nous sommes posé les questions suivantes : « La cheville du cavalier de CSO est-elle différente de celle d'une personne non sportive ? » ; « Comment fonctionne cette articulation dans la discipline si spécifique qu'est le CSO ? » ; « Quelle est l'incidence des contraintes liées au CSO sur la cheville du cavalier ?

Le logigramme ci-dessous illustre notre questionnement et la problématique qui sous-tend ce travail :



Pour apporter une ébauche de réponse à ces questions, nous avons choisi d'étudier la cheville des cavaliers de CSO. En effet, cette discipline est particulièrement intéressante pour l'étude de la cheville étant donné le rôle clé qu'elle y joue, bien plus qu'en dressage notamment.

Après avoir consulté plusieurs mémoires des IFMK et fait plusieurs recherches internet, nous avons défini notre sujet en fonction des études déjà effectuées. Nous avons ensuite consulté plusieurs bibliothèques universitaires (BU) : de médecine de Nancy, des Sciences et Techniques de Nancy, de l'université Paul Verlaine de Metz ainsi que la bibliothèque du CREPS de Nancy ; ceci grâce aux serveurs de documentation ou en recherche manuelle. Nous avons aussi sollicité le prêt inter-universitaire de thèses de médecine.

Nous avons également utilisé plusieurs moteurs de recherche avec pour mots clés : équitation, cavalier, CSO ou concours de saut d'obstacle, biomécanique, bilan, cheville, proprioception, triceps sural, goniométrie, fléchisseurs plantaires, fatigabilité et en anglais : riding, rider, jumping, biomechanics, assessment, ankle, proprioceptive, triceps surae, goniometry, plantar flexor, fatigability.

Voici quelques exemples (non exhaustifs) :

- ⇒ pub med : « triceps surae fatigability », 13 résultats, [17]
- ⇒ british journal of sports medicine : « plantar flexors », 466 résultats, [16]
- ⇒ refdoc : « cavalier, obstacle », 5 résultats, [7]
- ⇒ archives of physical medicine and rehabilitation : "ankle proprioceptive", 107 résultats, [18]

Nos critères pour retenir ou rejeter un article sont basés sur la pertinence du sujet traité par rapport à notre étude, puis sur la validité scientifique (EBP). Parmi les résultats remplissant ces critères, nous choisissons le plus récent. En équitation, les études des années 70/80 restent des références car la recherche dans ce domaine bénéficiait de moyens financiers importants, ce qui est beaucoup moins le cas ces dernières années.

Nous avons consulté des articles de recherche en équitation au service de documentation « réédoc » ainsi que des ouvrages pour définir notre protocole. Voici un exemple d'une de nos recherches : Mots clé : cavalier, nombre de résultats : 23, nous en avons consulté une dizaine pour en retenir 5 [1, 3, 4, 5, 6].

Et enfin, Nous avons exploité les bibliographies des ouvrages et articles que nous avons déjà retenus.

2. GENERALITES

2.1. Le cavalier de Concours de Saut d'Obstacle (CSO)

L'influence que le cavalier exerce sur l'équilibre de son cheval, notamment sur le déplacement du poids du cheval de l'avant vers l'arrière main et inversement, est un facteur déterminant sur le contrôle de l'animal. Le placement réciproque des centres de gravité du cavalier et du cheval est nécessaire au parfait équilibre à l'obstacle et nécessite des compensations de la part de chacune des parties du « couple ».

La position du cavalier de CSO est dite « en équilibre » (fig. 1), celle-ci est principalement adoptée au moment du saut. Pour pouvoir se mettre aisément en équilibre, le cavalier de CSO règle volontairement ses étriers plutôt courts, il peut ainsi libérer le dos de son cheval et lui permettre d'effectuer des sauts sans gêne.

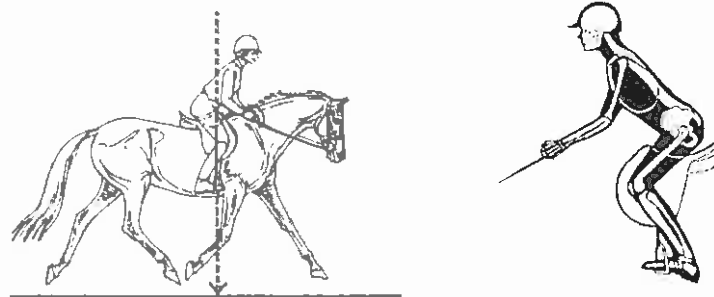


Figure 1 : La position en équilibre, la ligne de gravité du cavalier passe par l'appui sur l'étrier (Masson)

Dans cette position, l'assiette est supprimée, c'est à dire que le cavalier n'a plus de contact avec sa selle sous ses fesses. Le buste est incliné en avant de la verticale en respectant l'alignement suivant: les talons sous les fesses, le centre de gravité au dessus de l'appui sur étriers, les épaules globalement en avant des genoux.

Les hanches sont fléchies, plus ou moins en fonction des compensations du tronc pour garder l'équilibre et influencer sur l'équilibre du cheval. Selon les cavaliers, en position assise, les genoux oscillent entre 90° et 120° de flexion [annexe VI] et légèrement moins en équilibre, mais la différence entre ces 2 positions vient surtout de l'avancée du tronc. La flexion dorsale de cheville elle, varie peu entre les deux positions (autour de 20°), grâce aux puissants muscles extenseurs de cheville qui la maintiennent contre le poids du corps.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire le cavalier ne tient en équilibre, ni en s'agrippant aux rênes ni en serrant les jambes. Il doit avoir assez « d'indépendance des aides » pour garder la main libre et légère ainsi que la jambe fixe, toutes deux prêtes à donner des ordres au cheval.

2.2. Le fonctionnement du cavalier pendant le saut

On décrit 5 phases dans le saut [annexe VII et VIII]. Lors de chacune d'elles, le cavalier doit s'adapter pour que l'ensemble du saut soit réussi (fig. 2). D'une manière très générale, dans un parcours de saut d'obstacles, les cavaliers sont assis ou en suspension sur le plat entre les obstacles, se rapprochent de leur selle dans les abords de l'obstacle et se remettent en équilibre « haut » pendant le saut.

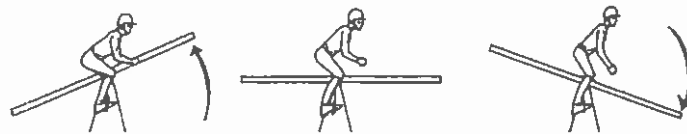


Figure 2: Le mouvement du cavalier de CSO lors du saut

L'abord : Il désigne les 3 foulées qui précèdent le saut. A l'abord, le cavalier se redresse, il reporte son poids sur l'arrière main pour alléger l'avant main de son cheval. C'est une phase déterminante pour le saut.

La foulée d'appel doit avoir été visualisée avant et être préréglée par le cavalier qui doit éviter d'intervenir brusquement dans ces dernières foulées au risque de perturber la cadence et l'équilibre de son cheval ce qui compromettrait le saut. Tout est question de précision, d'harmonie et de ressenti.

Comme Galloux et Barrey l'ont décrit [7], on constate que durant cette phase le cavalier adopte un équilibre légèrement en arrière de ses appuis et se recule au fur et à mesure de l'abord (freinage) mais reste toujours en avant du centre de masse cheval/cavalier. Ces auteurs ont également décrit certaines « fautes », comme une anticipation de l'enlevé, marquée par une ouverture de l'angle des chevilles lors de l'appel ou une augmentation anormale de l'oscillation verticale du cavalier qui amortit mal les mouvements de son cheval. Ceci pourrait être imputé, selon eux, à une rigidité excessive des cavaliers bloquant leurs chevilles.

La battue (des antérieurs) : C'est le moment où le cheval frappe le sol avec ses antérieurs pour prendre son appel. L'endroit où le cheval place sa battue dépend de la nature de l'obstacle et de sa hauteur. L'art du cavalier consiste à intervenir sur ce placement grâce à ses aides (notamment ses jambes) pour éviter la faute.

Dans ces deux premières phases, l'équilibre du cavalier est mis à mal par une forte impulsion vers l'avant immédiatement freinée et transformée en impulsion verticale. Il absorbe le freinage et un début de bascule du dos de son cheval. Pour ce faire, il doit corriger son équilibre par un appui sur ses étriers dirigé vers l'avant.

Le bassin se rapproche de la selle et les angles hanche/genou/cheville se ferment légèrement. On peut apparenter cela à un appel du cavalier destiné à accumuler l'énergie pour la restituer en impulsion verticale afin de suivre son cheval et l'alléger de son poids. Il y a donc une pression considérable sur une cheville qui est déjà en dorsi-flexion est dont l'angulation s'accroît encore légèrement pour ensuite fournir une force explosive « contrôlée ». Toute la qualité d'un cavalier consiste à être synchronisé avec son cheval dans ce moment qui ne dure que quelques fractions de seconde.

A la fin de cette phase, l'équilibre du cheval se centre autour de ses hanches qui s'abaissent en vue de l'effort (détente verticale) qu'elles vont devoir fournir pour quitter le sol. L'encolure, véritable balancier du cheval se redresse pour permettre à ses épaules de s'élever. Le cavalier doit alors contrôler précisément son équilibre au-dessus de ses étriers pour ne pas heurter l'encolure de son cheval.

La battue des postérieurs et la phase ascendante : C'est le moment où le cheval lève véritablement ses antérieurs qui vont se replier sous son corps. Les postérieurs s'engagent sous la masse, se déplient, et propulsent le couple cavalier/cheval pour quitter le sol.

Il est ici primordial que le cavalier suive correctement son cheval pour ne pas gaspiller la force produite, ce qui aboutirait à un saut raté. Il doit lui-même s'étendre et s'avancer légèrement pour se retrouver « debout » sur ses étriers au niveau de la verticale du pommeau de la selle, alignée avec celle de l'étrivière. Si le cavalier ne maîtrise pas parfaitement sa station au-dessus de l'étrier il bute contre l'encolure et gêne son cheval.

Le planer désigne le moment où le cheval passe au-dessus de l'obstacle. Aucun de ses pieds ne touche le sol. Un cheval respectueux relève bien ses membres afin de ne pas heurter l'obstacle au passage. A ce moment, le cavalier est en « équilibre » quasiment de la même manière que sur le plat au galop.

La phase descendante et la réception : Pendant cette phase, le cheval bascule et déplie ses antérieurs qui vont toucher le sol en premier. Pour ne pas heurter l'obstacle, le cheval doit replier ses postérieurs vivement en les ramenant sous lui. En fonction de sa qualité, le cheval entraîne une bascule plus ou moins importante de son dos que le cavalier doit encaisser. Ce dernier place son tronc légèrement en arrière en laissant sa jambe partir en avant pour garder une verticale d'équilibre et freiner la descente sans surcharger l'avant main de son cheval.

L'énergie cinétique de la « chute » est simultanément amortie par la hanche, le genou et la cheville qui se fléchissent. Le cavalier doit pouvoir malgré tout maintenir son équilibre sur les étriers et ne pas se rasseoir brusquement dans sa selle, sinon le cheval pourrait ne pas finir son geste et faire tomber la barre.

3. ANATOMIE ET BIOMECHANIQUE DE LA CHEVILLE DU CAVALIER DE CONCOURS DE SAUT D'OBSTACLES

3.1. La cheville, anatomie mise en jeu [8, 9,10]

3.1.1. Les articulations

La cheville, englobe les articulations talo-crurale et tibio-fibulaire inférieure qui font partie du complexe de l'arrière pied. C'est une zone clé dans le membre inférieur car c'est une charnière entre le pied et la jambe, mais aussi un répartiteur de contraintes vers le bas et l'avant.

Elle est en rapport fonctionnel avec l'articulation subtalaire vers le bas et l'articulation tibio-fibulaire supérieure vers le haut. Nous ne détaillerons pas ces 2 dernières articulations par soucis de concision mais sans en nier l'importance fonctionnelle au niveau de la cheville.

L'articulation tibio-fibulaire inférieure est une syndesmose, elle ne possède donc pas de cartilage et est destinée à réaliser des micromouvements d'écartement notamment. Sa mobilité dépend directement de la mobilité talo-crurale, de l'orientation des ligaments tibio-fibulaires inférieurs ainsi que de la membrane interosseuse. Son jeu articulaire est minime du fait de la finalité de cette pince qui est le serrage. Ce phénomène engendre une stabilité supplémentaire notamment en flexion dorsale où ce serrage est le plus important.

L'articulation talo-crurale est responsable des mouvements de la jambe par rapport au pied en chaîne fermée et du pied par rapport à la jambe en chaîne ouverte, on parle de flexion dorsale et plantaire.

C'est une articulation trochléaire (un seul degré de liberté), associant 3 os, dont les particularités anatomiques lui confèrent une géométrie variable. En effet, la trochlée du talus a un aspect cunéiforme, plus large en avant qu'en arrière. De plus, la gorge de guidage du talus ne se situe pas exactement dans un plan sagittal mais est légèrement courbée vers l'avant et le dehors ce qui prédit le mouvement de l'articulation talo-crurale qui ne s'inscrit pas strictement dans un plan sagittal.

Cette trochlée a un développement de 140 à 150° d'arc de cercle, plus important en arrière qu'en avant répondant à la face inférieure de l'extrémité inférieure du tibia, qui elle est concave d'avant en arrière sur 70° d'arc de cercle. On aura donc une amplitude de flexion plantaire plus importante qu'en flexion dorsale (respectivement 48° et 18° en moyenne chez des hommes de 20 à 54 ans [11]). Latéralement, la poulie se continue par la facette externe articulaire avec la fibula et médialement par la facette articulaire avec le tibia.

La surface articulaire du talus, en plus d'être recouverte d'un cartilage très épais, est concave dans le plan frontal (gorge) et convexe dans le plan sagittal, ce qui lui procure une résistance très importante et nécessaire pour supporter les contraintes auxquelles il est soumis (poids du corps + énergie cinétique de la marche, etc.). Grâce à cette anatomie particulière, l'articulation talo-crurale ne présente que très rarement de pathologies dégénératives type arthrose, signe d'une biomécanique adaptée aux contraintes [25, 26, 27, 28].

L'axe bimalléolaire (fig. 3) est retenu comme axe du mouvement de cette articulation. Cet axe passe par 2 points situés juste en dessous des 2 malléoles. Il est oblique en dehors en bas et en arrière du fait de la différence de hauteur des 2 malléoles (la tibiale étant la plus haute) et du fait de la torsion tibiale latérale (20 à 30°).

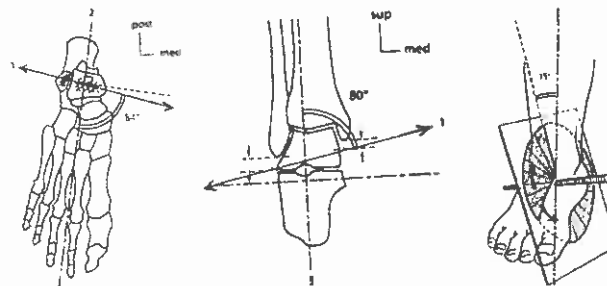


Figure 3 : Position de l'axe bimalléolaire et plan oblique des mouvements de cheville (Masson)

Cependant, cet axe n'est pas constant. En effet, il existe plusieurs centres de rotation en fonction de la position angulaire de l'articulation. Pour ce qui est de la flexion dorsale, le centre de rotation est en situation plus antérieure (fig. 4).

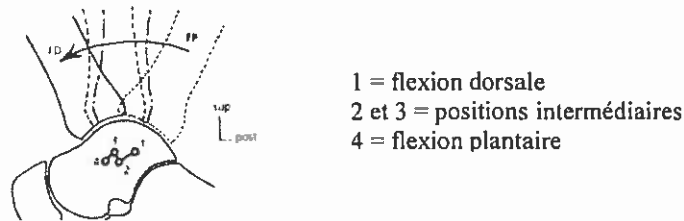


Figure 4: Les centres instantanés de rotation (Masson)

Le secteur utile en équitation se situe entre 30° de flexion dorsale (au maximum de l'amortissement pendant la phase de réception du saut) et 20° (position classique du pied dans l'étrier). Ceci est différent de la marche normale ou bien souvent l'amplitude en flexion dorsale n'est que très peu utilisée.

En CSO, on utilise la chaîne fermée au niveau des membres inférieurs, c'est donc la jambe qui est mobile par rapport au pied. La face inférieure du tibia glisse de façon curviligne sur le dôme du talus et il se produit une rotation axiale du tibia vers le dedans.

Pendant la flexion dorsale, l'écart entre les deux malléoles augmente pour suivre l'élargissement de la trochlée du talus, mouvement d'une amplitude de 5mm pour Pol Le Cœur [9], 2 mm pour la plus part des études postérieures : Close (1956), Ledermann et Cordey (1977, 1979). Pol Le Cœur a également décrit en 1938 un mouvement de légère rotation axiale médiale de la fibula, accompagnée d'une translation céphalique, limitée en haut par le condyle latéral du tibia. Ceci a été contredit plus tard par Ledermann et Cordey (1977, 1979) qui eux constatent une variabilité inter sujet du sens de cette rotation. Même si le modèle de Le Cœur semble contredit, il a survécu jusqu'à nos jours car il est le plus convainquant et cohérent. Dans le cadre de notre analyse nous retiendrons que ces micromouvements, annexes à la flexion dorsale, ont pour but l'adaptation permanente aux variations de largeur et de courbure des surfaces articulaires de l'articulation talo-crurale, garantissant la stabilité ainsi que la continuité de la transmission des forces même dans les amplitudes extrêmes.

Les facteurs limitant le mouvement en flexion dorsale de l'articulation talo-crurale sont d'abord osseux, du fait de l'emboîtement très important du talus venant buter sur les marges de la surface tibiale. Mais ils sont aussi capsulo-ligamentaires et musculaires, tout l'appareil articulaire agissant en cohérence.

Sur le plan capsulo-ligamentaire, on note que la capsule talo-crurale est lâche sagittalement (2 cul de sacs antérieur et postérieur, ainsi qu'un recessus au niveau de la pince tibio-fibulaire) permettant le débattement articulaire en flexion plantaire/dorsale ainsi que les mouvements de la pince tibio fibulaire. Ceci jouera en faveur d'une mobilité importante dans le plan sagittal tout en stabilisant l'articulation dans un plan frontal.

La stabilité frontale de l'articulation tibiotalienne est primordiale et est assurée entre autres par les malléoles. Celles-ci garantissent également un « serrage » du talus, sur toute l'amplitude des mouvements, empêchant l'écrasement de la trochlée dans le plan frontal sous l'effet du poids du corps. Le talus est à la fois soutenu et enclavé dans cette mortaise.

Nous ne ferons ici que citer les autres éléments concourant également à cette stabilité frontale par soucis de brièveté: ligaments collatéraux, muscles ou encore membrane interosseuse.

3.1.2. Les muscles

Nous allons nous intéresser aux extenseurs de cheville et particulièrement au triceps sural car notre but est d'en expliquer l'intervention dans le geste sportif du cavalier de CSO.

Les extenseurs de cheville sont au nombre de six : le triceps sural, le court fibulaire, le long fibulaire, le tibial postérieur, le long fléchisseur des orteils et le long fléchisseur de l'hallux. Un seul est vraiment efficace sur l'extension de la cheville, il s'agit du triceps sural. C'est pourquoi, dans notre étude, nous avons voulu faire apparaître précisément l'effet de l'équitation sur la fatigabilité de ce muscle, notre test s'apparentant au testing du triceps sural en charge.

Le triceps sural est un muscle qui fait partie de la loge postérieure de la jambe, globalement vertical, il est divisé en 3 chefs, répartis en 2 plans : le plan profond pour le soléaire et le plan superficiel pour les

gastrocnémiens latéral et médial. Sans revenir sur l'anatomie, nous allons nous intéresser à ses actions et à sa mise en jeu en équitation.

Le soléaire assure le maintien de la station en équilibre, ce qui n'implique pas l'immobilité : il existe un « feed-back stabilisateur » permanent du muscle soléaire. Il contrôle l'inclinaison antérieure du segment jambier par la pesanteur (correspondant à une flexion dorsale), en alternant des concentrations excentriques et concentriques de faibles amplitudes. Il agit en chaîne-série avec le court fléchisseur des orteils (CFO).

En CSO, la cheville étant toujours en flexion dorsale, le soléaire ne bénéficiera pas du meilleur bras de levier au niveau la cheville (fig. 5). Ceci est du au déport arrière de l'insertion du tendon sur le calcanéum, à la moitié inférieure de sa face postérieure. En effet, le bras de levier du soléaire augmente au fur et à mesure de la flexion plantaire. Cependant, il aura tout de même une action essentielle dans le contrôle de la cheville car les gastrocnémiens seront en insuffisance fonctionnelle passive du fait de la flexion de genou du cavalier, ce qui les rend moins efficaces, même au niveau de la cheville.

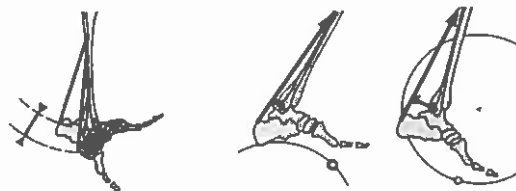


Figure 5 : La course du soléaire et l'évolution de son bras de levier.

En dynamique, le triceps sural assure la flexion plantaire de cheville avec une légère action de supination en fin d'amplitude du fait de son insertion. Il agit en synergie avec le CFO, on parle d'appareil tricipito-calcanéo-plantaire.

Le triceps sural joue également un rôle dans le contrôle proprioceptif de l'amortissement lors des sauts, aussi bien sur la cheville que sur le genou. Grâce à son intervention, le cavalier limite la participation de son quadriceps et donc les contraintes sur le compartiment fémoro-patellaire, seul des 3 compartiments du genou à souffrir exagérément en équitation [4].

Au niveau du genou, les gastrocnémiens agissent en synergie avec les ischios-jambiers : pour le cavalier en équilibre, ils généreront une extension de genou en chaîne fermée, par exemple lors de la phase ascendante.

Quand on monte à cheval, le point d'application des forces d'extension de la cheville est situé au niveau de l'axe de flexion-extension de l'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil, en appui sur le plancher de l'étrier. En effet, l'aponévrose plantaire et le court fléchisseur des orteils jouent le rôle d'un tendon qui relie cette articulation au calcaneus. Ce dernier joue le rôle d'une poulie pour transmettre les forces engendrées par la contraction du triceps sural, on parle dans ce cas de levier inter-appui (fig. 6). Ce système peut être comparé à l'appareil extenseur au niveau du genou : le triceps étant assimilé au quadriceps, le calcaneum à la rotule et l'aponévrose plantaire au tendon rotulien.

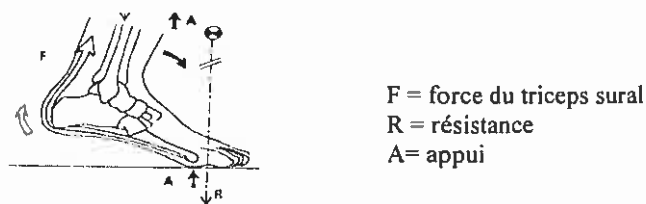


Figure 6 : Action du triceps sural en levier inter-appui (Masson)

En équitation, l'appui dans l'étrier se situe juste en avant de la tibio-tarsienne. En effet, on apprend à chausser l'étrier à la jonction 1/3 avant, 2/3 postérieur du pied ce qui correspond à placer le plancher de l'étrier juste en arrière la tête des métatarsiens (annexe 10). Ce point d'application des forces de l'appareil tricipito calcanéoplantaire doit se situer le plus près possible de l'axe de l'étrier. Un appui postérieur diminue l'action du triceps en raccourcissant le bras de levier alors qu'un appui trop antérieur, sous le gros orteil, entraîne un contact moins stable avec l'étrier et nécessite l'intervention superflue du fléchisseur propre de l'hallux.



Figure 7: le pied sur l'étrier, vue de profil

3.2. Le geste sportif [12, 19, 21, 22]

3.2.1. Les étriers [annexe X]

Pour examiner le geste sportif, il faut d'abord comprendre la fonction des étriers et leur ajustement. Ils fournissent un point d'appui aux pieds du cavalier mais soulagent aussi son assiette, à plus forte raison quand

celui-ci est en suspension. Chaque cavalier confirmé connaît sa longueur d'aisance qui diffère selon la morphologie de chacun (taille des membres inférieurs) mais reste globalement courte pour le CSO.

L'étrier doit être perpendiculaire aux flancs du cheval, la base du cinquième orteil est en contact avec la branche de l'étrier. La pointe du pied est écartée vers l'extérieur du fait de l'axe de l'articulation talo-crurale qui n'est pas strictement frontal et du fait des rotations combinées de hanche et de genou [annexe X].

L'étrivière est fixée à la selle à son niveau proximal et peut bouger à son extrémité distale [annexe X]. En effet, l'étrier peut se déplacer d'avant en arrière, en suivant une portion de cercle décrite par l'extrémité de l'étrivière. Seul le cavalier peut conditionner la fixité nécessaire à la fois à son équilibre et à la clarté des ordres donnés au cheval.

Le cavalier doit avoir conscience de la position de sa cheville dans l'espace pour pouvoir placer son centre de gravité au dessus du prolongement de l'axe de l'étrivière et ainsi se tenir en équilibre. En effet, l'articulation talo-crurale joue dans cette discipline le rôle d'un centre d'équilibre. Si l'articulation talo-crurale s'ouvre (flexion plantaire) le cavalier part en avant et surcharge l'avant main de son cheval ou le précède lors d'un saut. Si au contraire elle se ferme (flexion dorsale), le cavalier tend à reculer son centre de gravité, part en arrière, ce qui va le faire retomber dans sa selle. Ce sera donc la justesse des mises en jeu musculaires qui va conditionner la fixité de ce point d'appui et par là celle du cavalier dans sa globalité... Ceci est d'autant plus vrai et important lors des sauts qui remettent en cause l'équilibre du cavalier.

De plus, lorsque le cavalier est en équilibre, il perd les afférences sensibles de son « assiette » et de l'intérieur de ses cuisses. Seul le contact d'une partie de l'intérieur de la jambe et l'appui sur ses étriers lui fournissent des informations statesthésiques pour s'équilibrer.

Enfin, le cavalier doit adapter la flexion de ses hanches, genoux et chevilles, en alliant fixité et souplesse pour suivre harmonieusement les perturbations qu'il subit constamment dans toutes les directions de l'espace : à la fois verticales (au galop, lors d'un saut etc.), frontales lorsque le cheval fait un écart brusque par exemple, ou encore antéro-postérieures (accélérations/décélérations), que celles-ci soient voulues, et donc anticipées ou non.

3.2.2. Zones de contraintes et transmission des forces

C'est le talus qui répartit toutes les forces venant des étages supérieurs pour ensuite les répartir. La principale de ces forces est le poids du corps, qui lui est transmise essentiellement par le tibia. Le poids du corps est presque entièrement dissipée sur la trochlée du talus, qui la transmet vers l'avant pied et vers l'arrière-pied en bas. Une petite partie du poids est aussi transmise par la fibula sur la face latérale du talus. Wagner et al. (1983) ont constaté expérimentalement que la fibula transmettait jusqu'à 20% de la force totale supportée par la jambe. La malléole médiale, elle, ne transmet que très peu de contraintes étant donné la quasi verticalité de son interligne avec le talus.

La cheville du cavalier en CSO doit faire face à des contraintes nettement plus importantes qu'en station bipodale simple. En effet, contrairement à la position debout standard (fig. 8), dans la position en équilibre, la ligne de gravité passe par l'appui sur les têtes métatarsiennes, ce qui double le bras de levier du poids (a) par rapport à celui du triceps sural (b), augmentant ainsi les contraintes sur l'interligne articulaire.

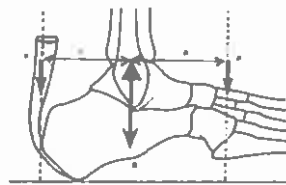


Figure 8 : Moment de force du triceps (F, b) et du poids du corps (P, a) en station debout (Masson)

De plus, en CSO, la cheville est en flexion dorsale, position où elle bénéficie de la surface articulaire la plus restreinte pour dissiper les pressions (par rapport à des positions neutre ou en flexion plantaire). Cette surface est de $7,56 \text{ cm}^2$ (+/-1,13) en flexion dorsale contre $9,49 \text{ cm}^2$ en flexion plantaire et $8,42 \text{ cm}^2$ en position neutre, d'après une expérience sur 16 préparations anatomiques réalisée par Klein en 1978 et 1983 [9]. Cette surface a globalement une forme de fer à cheval centré sur la partie antérieure de la trochlée du talus (fig. 9).



Figure 9 : Zones de répartitions des contraintes sur le talus (Masson)

Il faut ajouter à ces forces, la force compressive développée par les muscles. Celle-ci est source de coaptation articulaire donc de pression. Cependant, elle est minorée par la composante sustentatrice des muscles rétro-malléolaires.

Les contraintes dynamiques résultent des amortissements sus et sous-jacents qui majorent le tableau statique. A cela vient s'ajouter une dimension supplémentaire : le temps. C'est la répétition de l'application de ces forces qu'il faut prendre en compte. En effet le cavalier de concours s'entraîne le plus souvent pendant des séances d'une heure, répétées de 3 à 6 fois par semaine, le tout étant éventuellement multiplié par le nombre de chevaux que le cavalier de CSO monte. La cheville du cavalier étant en flexion dorsale permanente (sans jamais revenir à une position neutre), voire exagérée pour l'amortissement lors du saut, elle apparente le geste sportif du cavalier à de véritables postures de cheville en flexion dorsale.

3.2.3. Modélisation des forces agissant sur la cheville du cavalier en équilibre

Nous allons modéliser les forces qui s'exercent sur le système « cheville du cavalier en équilibre » par des vecteurs pour mieux visualiser la situation.

Le système est en équilibre à l'arrêt. Un corps est en équilibre stable lorsque son centre de gravité est situé au-dessus de sa base d'appui, chez le cavalier cet équilibre est précaire. En effet, il est debout sur ses étriers et doit lutter pour garder la projection de son centre de gravité à la verticale d'une surface restreinte et instable qui s'étend de l'appui sur l'étrier jusqu'à l'insertion du triceps sural.



Figure 10 : Forces s'appliquant à la cheville du cavalier « en équilibre »

↖ Résistance de l'étrier « R » : Elle s'applique au niveau de la base des têtes métatarsiennes, elle est dirigée vers le haut et l'avant selon la droite décrite par la diagonale du rectangle dont la largeur et la longueur sont définies par les 2 forces de décomposition de R :

↖ Une force de réaction de l'étrier « R₁ » perpendiculaire au plancher de l'étrier, se dirigeant vers le haut; et une force de frottement « R₂ » qui correspond aux frottements de la semelle de la chaussure du cavalier sur l'étrier et qui permet au bout du pied du cavalier de ne pas glisser. Cette force est parallèle au plancher de l'étrier, appliquée au même endroit que « R ».

↙ La poussée du pied sur l'étrier : force qui est symétrique et opposée à la réaction de l'étrier

Poids du corps « P » : Elle s'applique au niveau du centre de gravité du corps humain et est verticale vers le bas, d'intensité $P = \text{masse} \times g$ (constante de gravité).

Pour en déduire la force appliquée au niveau de la cheville, il faut retirer la valeur des forces de frottement de l'intérieur de la jambe du cavalier sur le flanc convexe de son cheval ainsi que la moitié du poids du corps du cavalier qui s'applique sur son autre cheville. Ces forces tendent à impacter les surfaces articulaires et à faire descendre le talon du cavalier étant donné qu'elles s'appliquent en arrière du point d'appui du pied sur l'étrier.

↖ Action du triceps sural « T » : Nous sommes ici en présence d'un levier « inter-appui ». La force et l'appui se trouvent du même côté de la résistance qui elle se situe au niveau de la tête des métatarsiens.

Le point d'application de « T » se situe à la face postérieure du calcaneum, son action se propage jusqu'à la base des têtes métatarsiennes grâce aux muscles intrinsèques du pied et à son important système ligamentaire.

Elle est dirigée vers le haut selon une droite tangentielle en tout point avec le calcaneum (tendon d'Achille), de part sa courbure. Son intensité est : « t ».

4. ETUDE

Dans l'étude qui suit, nous nous sommes intéressés à une population de cavalier expérimentés de concours de saut d'obstacles (CSO) (5 ans de pratique minimum à raison de 4 heures par semaine). Qu'ils soient amateurs ou professionnels, ces compétiteurs ont tous en commun de pratiquer ce sport où l'articulation de la cheville joue un rôle clé. Nous avons voulu prouver expérimentalement l'effet de la pratique du CSO sur l'amplitude en flexion dorsale, la fatigabilité du triceps sural et la proprioception de cette articulation. Ces résultats seront comparés aux mêmes mesures effectuées sur une population dite « témoin », non sportive.

Préalablement aux mesures, nous avons rempli un questionnaire concernant chaque sujet pour récolter un maximum d'informations qui, si elles ne sont pas toutes exploitées dans ce mémoire, pourront l'être dans une étude complémentaire.

4.1. Population, Matériel et méthode

4.1.1. Population

Nous avons testé 60 sujets répartis en 2 groupes égaux, un groupe « cavalier » et un groupe « témoin ». Les critères d'inclusion et d'exclusion dans ces groupes sont :

Pour le groupe « cavalier » les critères d'inclusion sont le volontariat, la pratique de l'équitation depuis au moins 5 ans et pendant au moins 4h par semaine. Les critères d'exclusion sont la pratique d'un autre sport plus de 4h par semaine et la présence d'une pathologie de cheville au moment de l'étude.

Pour le groupe témoin « non cavalier », les critères d'inclusion sont le volontariat et le fait de n'avoir jamais pratiqué l'équitation. Quant aux critères d'exclusion, ils sont la pratique d'un sport plus de 4h par semaine (l'équitation ou autre) et la présence d'une pathologie de cheville au moment de l'étude.

4.1.2. Matériel : [annexe V]

4.1.3. Méthode

Nous avons réalisé les tests sur le site du club d'équitation de Glatigny : « Equi + », en accord avec le propriétaire et gérant Monsieur Jean Philippe Chiarotto. Nous avons réalisé nos mesures lors de plusieurs concours organisé sur ce site, ceci nous permettant d'accéder au mieux à une population de cavaliers compétiteurs.

Les sujets ont été informés par voie d'affichage de l'appel aux volontaires dans le cadre d'un mémoire de 3^{ème} année de masso-kinésithérapie et dans le même temps des critères d'inclusion et d'exclusion de l'étude. Il a bien été précisé que ces tests étaient réalisés sur la base du volontariat et de l'anonymat. Les consignes complémentaires pour chaque test ont été données individuellement à chacun des sujets.

Nous nous sommes assurés au préalable qu'aucun sujet ne présentait de contre indication aux différents types de mesures effectuées.

4.2. Questionnaire (annexe I)

L'expérimentateur remplit un questionnaire en posant plusieurs questions au sujet et il lui attribue un numéro. Le questionnaire confirme l'inclusion du sujet dans l'étude et précise ses caractéristiques pour le traitement statistique et l'analyse.

4.3. Protocole

4.3.1. Généralité sur les tests

Les tests sont toujours réalisés par le même examinateur dans le même local avec le même matériel, l'installation étant standardisée pour chaque mesure. Les mesures goniométriques sont toujours réalisées en premier, le test de proprioception ensuite et enfin le test d'endurance (seul test entraînant une fatigue musculaire). Nous expliquons à chaque sujet le déroulement de chacun des tests à réaliser. L'importance de la participation optimale de chacun pour la pertinence de l'étude est expliquée aux participants.

4.3.2. Mesure des amplitudes articulaires [11, 12, 13, 14, 15]

Il s'agit de mesures goniométriques passives des amplitudes de cheville (articulation talo-crurale) en flexion dorsale et plantaire à l'aide d'un goniomètre en plastique à 2 branches.

La position de référence de cette articulation est celle où la plante du pied est perpendiculaire à l'axe de la jambe. Elle correspond au « zéro », et c'est à partir de celle-ci que l'on exprime une amplitude en flexion dorsale ou plantaire.

Le sujet est en latérocubitus controlatéral à la cheville que nous voulons mesurer, avec un coussin sous la nuque, et un coussin sous la jambe supra-latérale pour maintenir une hanche en position neutre d'abduction / adduction. Le goniomètre est placé de manière à ce que son centre soit situé sur l'apex de la malléole fibulaire, la branche mobile suivant l'arrière pied (nous prenons comme repère la tubérosité du 5^{ème} métatarsien). La branche fixe suit l'axe de la jambe en direction de la tête de la fibula. Nous nous plaçons face au sujet, la prise se situe sur le calcaneus et la face plantaire du pied. Nous empaumons le talon à l'aide d'une prise courte (pour mesurer l'arrière pied). La contre prise est, elle, en fer à cheval à la face antérieure de la jambe.

Nous réalisons 5 mobilisations passives sous maximales en flexion dorsale et plantaire avant la mesure maximale, ceci à visé d'échauffement pour diminuer les tensions musculaires indésirables et stimuler l'éveil proprioceptif articulaire et tendineux et aussi, pour diminuer le risque de créer des lésions en fin de course articulaire.

Lors de la mesure de la flexion dorsale, nous différencions la mesure articulaire pure, associant une flexion de genou à la flexion de cheville (pour éliminer la composante musculaire des gastrocnémiens), et la mesure d'extensibilité du triceps sural, où nous effectuons une flexion dorsale de cheville avec un genou en position de référence (0° de flexion). Dans cette deuxième mesure nous veillons à mobiliser l'articulation lentement pour ne pas déclencher de contraction réflexe ; nous nous arrêtons lorsque la position maximale est atteinte sans chercher un étirement thérapeutique.

Il est à noter que lors de la mobilisation, nous n'empêchons pas le pied de se porter légèrement en dehors comme le veut la physiologie de cette articulation.

4.3.3. Fatigabilité [16, 17]

Nous effectuons une mesure de la fatigabilité des fléchisseurs plantaires de chaque cheville en charge (principalement le triceps sural) en nous inspirant du test décrit par HABER et al. [17].

Avant le test, le sujet s'échauffe en effectuant 10 fois un mouvement de flexion plantaire en décharge (nous n'entraînons ainsi aucune fatigue musculaire qui nuirait à nos mesures).

Tout d'abord, nous déterminons l'amplitude maximale de cheville quand le sujet se place en flexion plantaire bipodale en charge genou tendu. Nous repérons au crayon cette mesure sur une règle placée derrière le talon du sujet. Cela nous servira de référence, en unipodal, pour valider chaque mouvement et donc arrêter le test si cette amplitude décroît. L'examineur placera son regard perpendiculairement au repère pour éviter les erreurs de parallaxe lors de la lecture.

La cadence à laquelle le sujet doit effectuer les montées de son talon est dictée par un métronome au rythme de 23 ascensions par minute (un battement de métronome où le sujet monte sur la pointe du pied, un battement où il revient plante du pied au sol = 46 battements de métronome par minute)

Le sujet se place, pieds nus, face à un support (type table) auquel il peut se tenir avec un doigt de chaque main. Cela facilite l'équilibration mais l'empêche de s'en aider pour se soulever. La consigne que nous lui donnons précise bien qu'il ne doit pas se soulever avec ses membres supérieurs et cela même si « son muscle fatigue ». Nous veillons aux compensations propres à chaque sujet du type : genou qui se déverrouille, sujet s'appuyant sur ses membres supérieurs pour se soulever etc.

La consigne donnée au sujet est la suivante : « Vous devez vous soulever sur la pointe du pied le plus haut possible et le plus grand nombre de fois possible, en gardant le genou tendu. Faites attention de garder le mouvement maximal et la cadence du métronome jusqu'à la fin, sinon j'arrêterai le test. »

Au cours du test nous nous sommes fixé un « cadre » pour que l'encouragement soit stéréotypé et n'influence pas les mesures. Un seul encouragement sera donné lorsque l'examineur percevra que le sujet rencontre des difficultés à poursuivre. Le sujet compte à haute voix à chaque mouvement validé (ce qui peut entrer dans le cadre d'une « auto-motivation »). Nous arrêtons l'épreuve si le sujet ne maintient plus la cadence ou l'amplitude 2 fois de suite.

4.3.4. Proprioception [18] [annexe IX]

Nous souhaitons déterminer si la conscience proprioceptive des chevilles des cavaliers de CSO est meilleure que celle des sujets du groupe témoin du fait de leur pratique sportive très spécifique au niveau de la cheville. Pour cela, nous avons mesuré la capacité que le sujet a, à retrouver une position « apprise » au niveau de sa cheville et cela uniquement par ses sensations corporelles, c'est-à-dire grâce à sa proprioception.

Notre souci premier a été de trouver un test qui se rapproche au maximum de la position dans laquelle se trouve le cavalier de CSO. C'est pourquoi nous nous sommes inspiré d'un test décrit par Desphande [18] avec les adaptations nécessaires étant donné que nous ne disposions pas du même matériel. Ce test peut s'apparenter aux tests de proprioception réalisés au niveau du rachis cervical lors du bilan d'une cervicalgie par exemple [20].

En pratique, le sujet est assis au bord d'une table de massage, la cuisse repose au maximum sur celle-ci en laissant le genou libre. La jambe est « pendante » et par conséquent la cheville également. Au départ du test nous avons environ 15° de flexion plantaire dans l'articulation talocrurale par rapport à la position de référence.

Nous avons fixé un pointeur laser avec du scotch sur le dos pied du sujet selon l'axe du 2^{ème} métatarsien. L'extrémité distale du pointeur laser est placée au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne en veillant à ce que le pointeur soit bien perpendiculaire au plan du pied. Nous demandons au sujet d'effectuer une flexion dorsale pour que la tache lumineuse du pointeur laser chevauche une cible placée à 2m sur un support vertical.

Nous avons voulu effectuer le test de manière à ce que le sujet retrouve la cible grâce à un mouvement de flexion dorsale, l'amenant vers la position la plus « connue » proprioceptivement du cavalier de CSO.

Nous expliquons au sujet qu'il devra retrouver cette position les yeux fermés. Il dispose alors de trois essais pour effectuer plusieurs mouvements les yeux ouverts. Nous plaçons ensuite un bandeau sur les yeux du sujet et nous lui demandons de retrouver la cible 6 fois de suite, sans lui donner d'indication sur la finalité de son mouvement afin qu'il ne se corrige que par ses sensations. Ces 6 essais sont effectués « à la suite » avec un bref relâchement entre chacun pour éviter les pertes mnésiques. A chaque essai, quand le sujet pense avoir trouvé la cible, il maintient la position le temps que nous marquons avec un crayon de papier la position de la tâche lumineuse. C'est seulement à la fin des 6 essais que nous mesurons la distance « cible-marque » à l'aide d'un mètre ruban. Seule la moyenne des mesures sera retenue pour notre analyse statistique.

4.3.5. Traitement statistique

L'ensemble des données issues du questionnaire et des mesures effectuées est saisi dans des feuilles de calcul Excel (annexe II) pour être ensuite traité grâce au logiciel XLSTAT. L'analyse consiste en une description et une comparaison des caractéristiques chez les cavaliers et les non cavaliers ou « témoins ». Les variables qualitatives sont exprimées par leur fréquence et leur pourcentage. Les variables quantitatives sont exprimées par leur moyenne, leur écart type, leur étendue (minimum, maximum) et les 1^{er} et 3^{ème} quartiles. Les comparaisons ont été effectuées grâce au test T de Student. Un seuil de signification statistique (p) de 0,05 est retenu. En dessous de ce seuil, la différence statistique est considérée comme significative.

5. RESULTATS

5.1. Statistiques descriptives

5.1.1. Sexe

Dans le groupe des cavaliers, il y a 17 femmes (soit 57%) et 13 hommes. Dans le groupe témoin, il y a 18 femmes (ou 60%) et 12 hommes. Globalement, sur les 60 sujets testés la proportion de femmes est de 58 %.

5.1.2. Taille et Poids

Pour estimer la corpulence de nos sujets, nous avons utilisé l'indice de masse corporelle ou IMC (en anglais, BMI : Body Mass Index). Bien qu'il fut conçu au départ pour les adultes de 18 à 65 ans par A. Quetelet, de nouveaux diagrammes de croissance ont vu le jour pour les enfants de 0 à 18 ans. Dans les deux cas, il constitue une bonne indication sur la corpulence du sujet, (la norme se situe entre 18,5 et 25 d'indice). Dans nos 2 échantillons, il est de 22,25 ce qui est dans la norme. Pour chacun des groupes cavalier/ non cavalier, il est sensiblement égal (d'après le test t), cela n'influencera donc pas nos résultats.

5.1.3. Age

La moyenne d'âge de nos sujets est de 27,5 ans, les 2 sous groupes étant équivalents (d'après le test t).

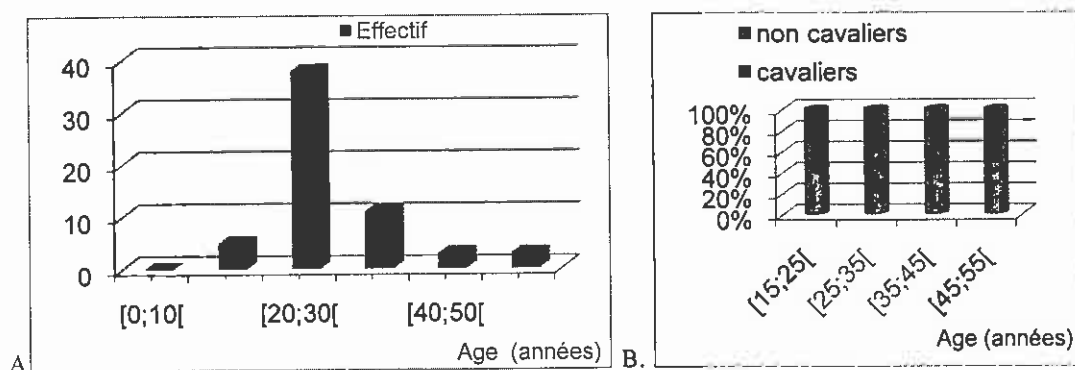


Figure 11 : A : Répartition de la population par tranche d'âge : B : Répartition cavaliers / non cavaliers

5.1.4. La pratique de l'équitation : niveau, intensité, durée

Pour le groupe cavalier, nous avons recueilli des données pour 19 cavaliers de niveau amateur et 11 de niveau professionnel (niveau correspondant à la licence compétition).

L'intensité de leur pratique est illustrée ci-dessous. On remarque que logiquement, les cavaliers ayant un meilleur niveau (pro), montent depuis plus longtemps mais surtout qu'ils montent à cheval plus intensivement.

Il est à noter que 80% de nos cavaliers ont débutés l'équitation avant l'âge de 15ans.

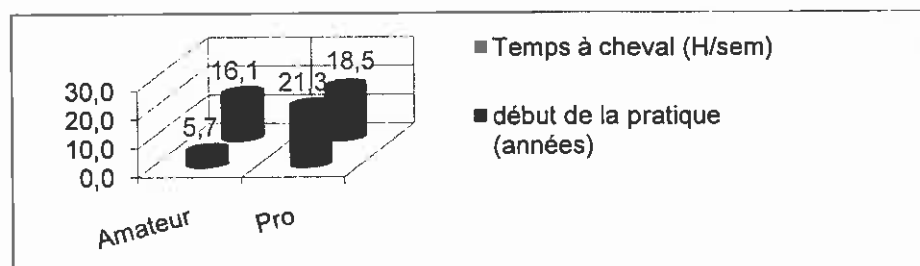


Figure 12: Intensité de la pratique de l'équitation en fonction du niveau

5.2. Les variables testées

5.2.1. La flexion dorsale

Les résultats apportés par le test de Student [Annexe IV] ne montrent pas l'existence d'une relation entre la pratique du CSO et l'amplitude de flexion dorsale que ce soit genou tendu ou genou fléchi (La composante musculaire ne semble pas influencer cette amplitude, la différence est stable et non significative également).



Figure 13: Flexion dorsale moyenne de cheville

5.2.2. Test de fatigabilité du triceps sural

Les résultats apportés par le test de Student [Annexe IV] ne montrent pas l'existence d'une relation entre la pratique du CSO et le nombre de répétitions de « relevé sur la pointe du pied » grâce au triceps sural.

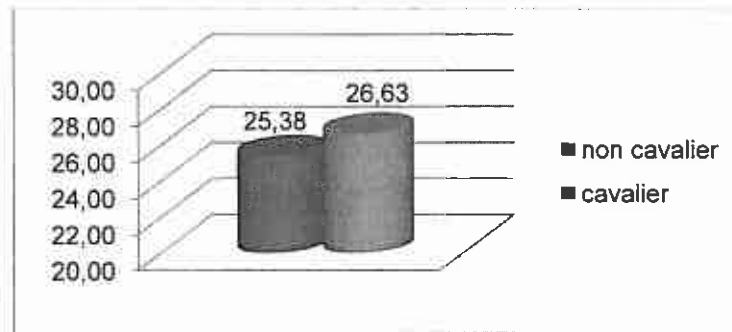


Figure 14: Fatigabilité du triceps sural

5.2.3. Proprioception

Grâce au test de Student (annexe IV), nous avons constaté une différence statistiquement significative entre les cavaliers et le groupe témoin en ce qui concerne le test de proprioception. Les cavaliers réussissent mieux cette épreuve que le groupe témoin, ils ont donc une moyenne de distance cible/laser plus faible ($p = 0,017$).

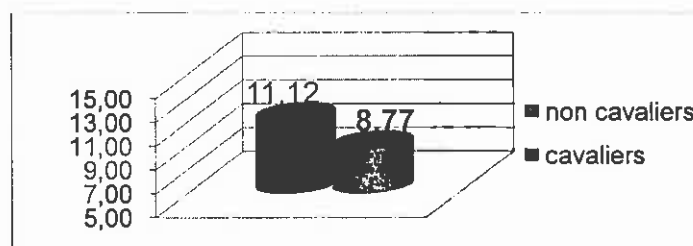


Figure 15: Distance cible/laser

L'intégralité des statistiques descriptives et les détails des données sont visibles en annexe II et III

6. DISCUSSION

6.1. Hypothèse pour l'explication des résultats

6.1.1. L'absence de différence d'amplitude en flexion dorsale

L'équitation, est un sport tout à fait particulier au niveau de la position des chevilles. C'est l'un des seuls sports à placer le pratiquant en dorsi-flexion passive constamment et à solliciter cette amplitude pour l'amortissement. Notre étude ne nous a pas permis de mettre en évidence une augmentation de cette amplitude chez les cavaliers, sans doute à cause du fait que notre échantillon était trop faible pour faire apparaître une différence statistique. Cependant, nous avons remarqué une tendance des cavaliers à avoir une flexion dorsale plus importante que les « non-cavaliers ».

Nous pouvons penser que cette absence de différence d'amplitude en flexion dorsale entre les 2 groupes est justement due au fait que la majeure partie du temps le cavalier de CSO est dans une amplitude de flexion dorsale de cheville juste sous maximale. En effet, il doit conserver ne serait-ce que quelques degrés de débattement pour permettre l'amortissement lors des secousses verticales (phase de projection au galop ou réception du saut etc.), ce qui ne sollicite pas l'augmentation d'amplitude par étirement des structures capsulo-ligamentaires. De plus, le triceps agissant comme « garant actif » de l'amplitude de flexion dorsale de cheville nécessaire au maintien de l'équilibre du cavalier en « suspension » (sur un genou fléchi), il n'y a pas de sollicitation en étirement des structures musculaires et donc pas de gain d'amplitude par ce biais.

Nous pouvons également citer la part non négligeable de la botte (ou boots d'équitation et mini shaps), qui sont autant de résistances extérieures qui empêchent l'amplitude maximale de la talo-crurale en flexion dorsale.

6.1.2. L'absence de différence au test de fatigabilité du triceps sural

L'absence de différence significative pour ce paramètre nous semble due à la difficulté que nous avons rencontrée dans l'élaboration d'un test se rapprochant au mieux des modalités d'action des extenseurs de cheville chez le cavalier de CSO et pouvant le discriminer d'un sujet témoin. Nous avons essayé, lors d'une pré-étude, diverses méthodes (dynamomètre, test au bord d'une marche en endurance, ou encore répétition du mouvement pour se mettre en équilibre à cheval...) mais aucune n'a semblée utilisable à plus grande échelle et/ou maîtrisable (conditions standardisées) et/ou discriminante. Il aurait fallu trouver un test où les muscles soient testés dans l'amplitude de flexion dorsale et qui implique un très faible débattement articulaire de cheville, avec un genou en flexion comme c'est le cas en CSO. Les recherches bibliographiques que nous avons menées ne nous ont pas permis de trouver un test fiable et validé scientifiquement. Le principal biais semble résider dans la position du genou, qui dans notre test est tendu, autorisant la participation majoritaire des gastrocnémiens. Ceux-ci sont, dans la pratique du CSO, relégués à un plan secondaire par la flexion de genou. La proportion de participation dans le phénomène de fatigabilité des 2 groupes musculaires du triceps sural n'est donc pas testée exactement comme dans le geste sportif du cavalier de CSO, ce qui peut expliquer cette absence de différence aux tests. Lors de nos « pré-tests », la réalisation du test genou fléchi ne nous a pas semblé standardisable étant donné la variation non contrôlable de l'angulation au cours du test. De plus, il aurait fallu déterminer l'angle de flexion de genou correspondant à la position spécifique de chacun des sujets pour être tout à fait exact.

D'autre part, notre dispositif pour valider l'amplitude de flexion plantaire de cheville en charge a pu laisser une part à l'approximation étant donné que contrairement à l'étude à laquelle nous nous sommes référée [17], nous n'avions pas de moyen d'objectiver l'amplitude par la sensation tactile du sujet venant « buter » sur une tige avec son avant pied.

Enfin, la notion subjective d'effort maximal et de douleur, ainsi que l'engagement personnel de chaque sujet dans un test comme celui-ci, qui n'a aucun enjeu pour lui, font qu'en fonction de l'histoire personnelle de chacun, les uns et les autres n'iront pas jusqu'aux mêmes limites d'effort.

6.1.3. La différence de proprioception

Rappelons succinctement que la proprioception englobe statesthésie et kinesthésie, c'est-à-dire qu'une personne saine est capable à tout moment de savoir (sans l'aide de la vue) la position et/ou le mouvement de toutes les parties de son corps.

Le cavalier en général a une stratégie d'équilibre tout à fait particulière. En effet, contrairement à la vie quotidienne, lors de la marche par exemple où l'on utilise en majeure partie ses pieds pour percevoir le sol et ses variations, le cavalier lui, bénéficie de toute la face interne de ses membres inférieurs et de toute son « ensellure » pour capter des informations nécessaires à son équilibre. Dans la discipline de CSO, la situation est encore différente, en effet, le cavalier est environ 75% du temps en équilibre et sollicite donc énormément son sens proprioceptif au niveau des chevilles. Il doit s'équilibrer sur une petite planchette, instable autour de 2 axes, et sur laquelle ne repose qu'une partie de son avant pied, le tout soumis à des mouvements aussi aléatoires que rapides du fait de l'intervention de l'animal . De plus, le cavalier de CSO passant sans cesse de la position assise à la position en équilibre, il doit être capable de retrouver rapidement sa stabilité pour être efficace.

Nous pensons que, c'est grâce aux nombreuses sollicitations proprioceptives durant la pratique du CSO, que le cavalier bénéficie d'un avantage dans un test comme celui réalisé lors de notre expérimentation. Nous avons pu mettre en évidence cette observation par nos tests statistiques et il paraît tout à fait intéressant de l'exploiter en masso-kinésithérapie lors d'une rééducation.

6.2. Intérêt de l'étude en masso-kinésithérapie

Lors du réentraînement du sportif, les exercices proprioceptifs et de reprogrammation sensitivo-motrice sont mis au point pour l'aider à retrouver une fonctionnalité endommagée par des lésions structurelles, par des traumatismes ou par l'immobilité. Le Masseur-Kinésithérapeute (MK) pourra, grâce à cette tendance, adapter sa prise en charge aux aptitudes particulières du cavalier de CSO. Mais, au-delà, il nous paraît important de souligner que ces exercices peuvent devenir une part importante de l'entraînement, surtout dans les disciplines comme le CSO où la stabilité de l'appui du pied et la vitesse de reconnaissance des situations de déséquilibre sont particulièrement importantes dans le contexte technique. L'entraîneur sportif pourra être assisté dans sa pratique quotidienne par le MK, ces 2 professionnels alliant leurs connaissances du sport et du corps.

La prise en charge optimale d'un sportif et de ses différents problèmes spécifiques, nécessite une parfaite connaissance des sollicitations qui seront celles de l'articulation au cours des entraînements ou lors des compétitions, ainsi que les mécanismes lésionnels potentiels [26, 27, 28]. Le MK devra adapter la prise en charge de son patient et le niveau d'exigence en conséquence.

Le masseur kinésithérapeute pourra donc imaginer des exercices adaptés au cavalier de CSO, par exemple sur un tonneau où il adaptera 2 étrivières et étriers, ou en imaginant des exercices avec des bottes d'équitation, le tout pour coller au plus près aux sollicitations sportives concrètes. Le masseur kinésithérapeute jouera sur plusieurs paramètres pour assurer une progression cohérente dans le travail de la proprioception : la fermeture des yeux, la flexion de genou et de cheville ainsi que leur rotations respectives, la station bipodale et unipodale, l'instabilité du plan de travail (idéalement un étrier), la hauteur d'exercice (s'approchant de celle à laquelle se situe le regard du cavalier à cheval), et pour finir, les exercices en situation de déséquilibre du fait de l'intervention de l'animal.

Enfin, bien que cette étude n'ait pas montré de différence significative en terme de fatigabilité du triceps sural, il paraît important que le masseur kinésithérapeute insiste sur la récupération d'une qualité musculaire du soléaire notamment en endurance pour permettre au cavalier de tenir la position en équilibre aussi longtemps que nécessaire lors de sa pratique à l'entraînement ou en compétition. De même, une amplitude en flexion dorsale importante devra être recherchée et au moins conservée pour permettre au cavalier de pratiquer aisément son sport.

6.3. Les limites de l'étude

Plusieurs facteurs doivent nuancer nos conclusions, en particulier en ce qui concerne le gain supposé de proprioception grâce à la pratique de l'équitation. En effet, il faudrait comparer les résultats obtenus aux tests de proprioception, à des mesures antérieures à la pratique de l'équitation pour s'assurer que c'est bien cette activité qui influe sur la proprioception de la cheville et que ce n'est pas un biais de recrutement de sujets naturellement meilleurs dans ces tests de proprioception.

Nous pouvons évoquer ici le biais inévitable de recrutement du fait du volontariat. Les deux groupes peuvent ainsi être constitués d'une part non représentative des deux populations qui les englobent. Or les résultats de cette étude seraient généralisables dans la mesure où ces 2 groupes seraient représentatifs de leur population respective.

Enfin, nous nous sommes limités à 30 sujets par groupe pour pouvoir exploiter statistiquement nos données mais la validation scientifique de ce travail passerait par une étude sur un échantillonnage plus important.

7. CONCLUSION

Le geste sportif est, en équitation de CSO, tout à fait singulier et implique une biomécanique très particulière notamment au niveau des chevilles des cavaliers. La mise en jeu harmonieuse et efficace de tous les éléments articulaires, musculaires et proprioceptifs au niveau de cette articulation conditionne la qualité du cavalier et sa performance sportive.

L'augmentation des connaissances théoriques et pratiques concernant cette articulation, peu étudiée chez le cavalier de CSO, a fait naître ce mémoire et s'inscrit dans une démarche d'amélioration de la qualité des soins adaptés au patient et à son sport le cas échéant.

Ce souci de qualité nous pousse à suggérer un approfondissement de l'étude sur les 2 aspects qui n'ont pas montré de différence statistiquement significative : l'amplitude articulaire en flexion dorsale et la fatigabilité

musculaire en flexion plantaire en charge. L'établissement d'un protocole plus proche du geste sportif et plus reproductible ainsi que l'augmentation du nombre de sujets testés pourraient justifier la réalisation d'une nouvelle expérimentation. Celle-ci pourrait mettre en évidence des différences exploitables.

Si toutefois, il se confirmait que ces paramètres étaient identiques dans les 2 populations, une analyse approfondie de la biomécanique mise en jeu au niveau de la cheville semblerait utile à son explication.

La différence significative concernant la proprioception de la cheville en faveur des cavaliers de CSO est quant à elle un élément important que le masseur kinésithérapeute pourra prendre en compte dans une éventuelle rééducation. Il pourra utiliser ces résultats dans la rééducation et la réadaptation d'un patient cavalier qu'il aura pris en charge en vue de la reprise de l'équitation.

Le masseur kinésithérapeute pourra également se servir de cette qualité des cavaliers pour compenser chez eux une autre fonction déficitaire, dans la récupération de l'équilibre par exemple.

Parallèlement à cet aspect thérapeutique, l'importance d'utiliser ces connaissances spécifiques pour réaliser un échauffement et un entraînement adaptés au cavalier de CSO est suggérée. La collaboration entraîneur/kinésithérapeute peut être tout à fait judicieuse et permettre d'allier les connaissances de chacun de ces professionnels au service d'une amélioration des performances du sportif.

Plusieurs aspects n'ont pas pu être abordés dans ce travail, et restent à approfondir pour acquérir une vision globale de l'articulation de la cheville du cavalier de CSO.

En effet, il serait intéressant d'étudier notamment les pathologies de chevilles des cavaliers, et ceci pour appréhender les différents mécanismes lésionnels propres à la pratique du CSO, que ce soit autour d'une problématique traumatique aiguë ou plutôt dégénérative à long terme.

Les données que nous avons récoltées dans de la littérature [25, 26, 27, 28], laissent penser que la cheville des cavaliers est plutôt épargnée dans ces domaines. Cependant, il nous paraîtrait utile que celles-ci soient actualisées et qu'une nouvelle étude se focalise sur la discipline du CSO, afin d'analyser les pathologies spécifiques de ces cavaliers, dans un souci d'amélioration de la qualité des soins de masso-kinésithérapie.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. **GOURIET A.**- Les pathologies du cavalier.- Kiné actualité, 1997, 655, p. 8-10.
- [2]. **AUVINET B.** - Lombalgies et équitation.- Rhumato sportive, 1999, 83, p. 25-31.
- [3]. **AUVINET B.** - Le rôle des microtraumatismes dans les sports équestres..- Médecine du sport, 1975.
- [4]. **AUVINET B. BENAZETJ.P., SAILLANT G., ROY-CAMILLE R.** - Médecine du sport 87 : Micro traumatologie et traumatologie de l'équitation.- Paris : Expansion scientifique française, 1987, p. 69-71.
- [5]. **AUVINET B.** - La hanche du cavalier.- Médecine du Sport, 1980, 54, 5, p. 281-286.
- [6]. **AL RABBAT H.** - L'équitation un traitement de cheval ? - Cinésiologie, 1998, 178, p. 65-68.
- [7]. **GALLOUX P., BARREY E.**- Analyse du mouvement du cavalier à l'obstacle.- Médecine du sport, 1995, 69, HS, p. 163-171.
- [8]. **DUFOUR M., PILLU M.**- Biomécanique fonctionnelle : Membres, tête, tronc. - Issy les Moulineaux, Masson, 2006. - 565 p.
- [9]. **KLEIN P., SOMMERFELD P.** - Biomécanique des membres inférieurs : bases et concepts, bassin, membres inférieurs- Issy les Moulineaux : Masson, 2008, 437 p.
- [10]. **KANPANDJI I. A.** – Anatomie fonctionnelle : membres inférieurs.- 6^{ème} éd- Paris, Maloine, 2009.- p165-261.
- [11]. **BOONE D.C., AZEN SP.** - Normal range of motion of joints in male subjects. – The journal of Bone and Joint Surgery, 1979, 61, 5, p. 756-759.
- [12]. **TEYSSANDIER J., TEYSSANDIER T.** - Courbures sagittales du rachis et longueur des étrivières en équitation académique. – Journal de Traumatologie du sport, 1991, 8, p. 98-103.
- [13]. **DE BRUNNER.** - Cotation de la mobilité articulaire par la méthode de la référence zéro : mesure des longueurs et périmètres.- Association suisse pour l'étude de l'ostéosynthèse, 1976, 59p.

- [14]. **DELBARRE GROSSEMY I.** - « Goniométrie » : manuel d'évaluation des amplitudes articulaires des membres et du rachis, Issy les Moulineaux, Masson, 2008. - 118p.
- [15]. **BETHOUX F., CALMELS P.** - Guide des outils de mesure et d'évaluation en médecine physique et de réadaptation. - Paris : Frison-Roche, 2003. – 403p.
- [16]. **SO C.H., SIU T.O., CHAN K.M. et al.** - Isokinetic profile of dorsiflexors and plantar flexors of ankle: a comparative study of elite versus untrained subjects. –BJSM, 1994, 28, 1, p. 25-30.
- [17]. **HABER M., GOLAN E., AZOULAY L., KAHN SR., SHRIER I.** - Reliability of a device measuring triceps surae muscle fatigability. - BJS sport med, 2004, 38, p. 163-167.
- [18.] **DESPANDE N., CONNELLY D-M., CULHAM EG., CUSTIGAN PA.** - Reliability and validity of ankle proprioceptive measures. - Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84, 6, p. 883-889.
- [19]. **SWIFT S.** - Nouvelle équitation centrée : aller plus loin...- Paris : Zulma, 2006. – 255 p.
- [20]. **GOUILLY P., PETIDANT. B, BRAUN R., ROYER A., CORDIER J-P.** - Bilan du rachis cervical. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie – Médecine physique-Réadaptation, 26-008-G-10, 2009.
- [21]. **HAGEN A-K.** - Les aides du cavalier : comment bien les employer. Paris : De Vecchi S.A., 2007. – 32 p.
- [22]. **MORRIS G-H.** - équitation, style et CSO - Paris : Lavauzelle, 1986. – 215 p.
- [23]. **BESH S., RODINEAU J.** - La cheville traumatique : des certitudes en traumatologie du sport- Issy les Moulineaux : Masson, 2008, 192p.
- [24]. **DEBOST E., CHASSAGNE A., DALLY E.** - Nouvelle étude du cheval : cinésie équestre ou équitation rationnelle – Paris : Librairie imprimerie militaire de J.DUMAINE, 1875.
- [25]. **CUCHE M-C.**- Equitation académique et sportive, aspects actuels de la pathologie de l'appareil locomoteur du cavalier.-thèse méd. : Nice, Faculté de médecine de Nice : 1984.-132 p.
- [26]. **BLISCAUX P.**- Traumatologie en équitation : à propos de 1400 cas survenus en 1980.-thèse médecine. : Nancy, Université de Nancy I, faculté B de médecine de Nancy : 1984.-103 p.

[27]. RIGOU A, THELOT B.- Épidémiologie des traumatismes accidentels en équitation – Revue de la littérature (1997-2009). Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, janvier 2010, 20 p.

[28]. DAEMGEN F.- Pathologie d'hypersollicitation et séquelles traumatique de l'appareil locomoteur du cavalier.-thèse médecine. : Strasbourg, Université Louis Pasteur : 1987.-124 p.

EN SAVOIR PLUS :

- ⇒ Fédération française d'équitation. www.ffe.com (consulté en octobre 2010)
- ⇒ Plusieurs articles de « médecine du sport » Tome 69 numéro hors série 1995 « santé couple cavalier cheval » Editeur Galliéna promotion, paris
- ⇒ Enquête TNS Sofres : « les pratiques équestres », novembre 2007
- ⇒ Être cavalier : galop 8 et 9 – Paris : Lavauzelle, 2001. -p
- ⇒ Le magazine « la réf » publié chaque mois par la fédération française d'équitation et notamment les fiches récapitulatives annuelles : « L'équitation en France » et « la FFE en chiffres 2010 » documents disponible sur www.ffe.com
- ⇒ www.cadrenoir.fr
- ⇒ Compte rendu du 1^{er} congrès de la société scientifique de Kinésithérapie : « les outils d'évaluation : comment peut on encore les ignorer ? » 2009, Liège ; en particulier la partie de Christophe Desmoulin « l'évaluation de la proprioception »

ANNEXES

ANNEXE I : Le questionnaire

Numéro =>

- 1) Sexe : H / F
- 2) Date de naissance : __ / __ / ____ Age = ans
- 3) Taille : 1,..... m
- 4) Poids : kg
- 5) Latéralité : Droite / Gauche
- 6) Avez-vous une pathologie de cheville en ce moment ? OUI/NON
- 7) Pratiquez-vous l'équitation ? OUI / NON
Si non : Avez-vous déjà pratiqué l'équitation ? OUI /NON
- 8) Depuis quand pratiquez vous l'équitation ? an(s)
- 9) A quel niveau ?
 - Loisir
 - Compétition amateur (= licence amateur)
 - Compétition professionnelle (= licence pro)
- 10) Nombre d'heures par semaine à cheval : Heure(s)
- 11) Pratiquez-vous d'autres sports plus de 4h par semaine ? OUI / NON

ANNEXE II : Résultats des sujets par numéro et codage de données

Numéro	Sexe	Age (années)	Taille (cm)	Poids (kg)	Latéralité	Cavalier	Pratique (années)	Niveau	Temps à cheval (H/sem)	Pathologie	Triceps (Droit)	Triceps (Gauche)	FD GT (Droit)	FD GT (Gauche)	FD GF (Droit)	FD GF (Gauche)	Cible (Droit)	Cible (Gauche)
1	1	21	168	62	0	0	0	0	0	0	30	31	20	22	27	29	6,2	13,2
2	1	22	165	55	0	1	15	1	8	0	27	23	22	15	32	32	11,4	18,7
3	1	23	172	72	1	1	7	1	4	2	24	25	17	15	27	23	3,3	6,7
4	1	29	168	56	0	0	0	0	0	0	28	32	15	18	24	25	13,7	12,8
5	1	15	172	47	0	1	11	1	6	0	26	25	18	20	23	25	15,7	14,8
6	1	30	161	52	0	1	20	2	21	1	16	25	18	20	25	26	8,5	7,7
7	1	25	170	60	0	1	11	1	4	0	24	30	12	15	20	20	4,5	11,3
8	1	16	160	50	0	0	0	0	0	0	28	35	18	15	25	23	6,2	4,3
9	0	32	190	93	0	1	19	1	4	1	25	25	19	20	25	27	7,1	11,0
10	0	33	180	80	0	1	27	2	35	1	34	35	25	25	30	25	8,2	2,8
11	1	31	170	59	0	1	17	1	5	1	21	27	20	15	25	20	4,0	3,3
12	1	25	174	53	0	1	13	2	30	1	28	30	15	15	20	20	1,3	13,2
13	0	38	177	67	0	0	0	0	0	1	24	26	20	20	20	23	8,7	10,0
14	0	45	179	90	0	0	0	0	0	2	22	20	18	17	25	25	15,3	10,6
15	1	22	166	58	0	1	5	1	5	0	24	25	14	15	20	24	9,5	5,9
16	0	26	178	78	1	0	0	0	0	1	32	34	10	12	15	15	4,8	7,4
17	0	22	178	74	0	0	0	0	0	0	25	24	15	20	17	20	7,7	9,8
18	1	18	165	55	1	0	0	0	0	1	22	23	14	15	20	22	12,7	7,9
19	1	24	166	56	0	1	18	1	7	0	32	35	19	22	27	30	5,9	6,6
20	0	53	175	80	0	0	0	0	0	0	33	34	20	20	22	22	13,3	17,9
21	0	50	170	76	0	0	0	0	0	1	28	30	20	17	24	23	10,1	11,5
22	0	25	183	81	1	0	0	0	0	0	27	25	15	16	20	21	9,2	15,9
23	0	30	186	98	0	1	10	1	4	0	27	30	20	18	24	25	3,5	6,8
24	0	24	169	70	0	0	0	0	0	0	24	27	18	16	20	20	19,3	22,5
25	1	19	175	59	0	1	13	2	10	0	34	28	20	22	25	25	9,4	7,4
26	1	22	165	58	0	1	15	2	15	0	30	28	23	20	25	25	2,3	7,4
27	0	45	176	80	0	1	30	2	7	2	19	18	18	20	20	24	8,7	16,6
28	0	29	180	83	0	1	23	2	35	0	28	27	20	20	20	22	4,0	8,0
29	1	28	167	57	0	1	18	1	6	0	25	24	20	22	25	25	5,8	9,3
30	0	45	185	78	0	1	5	2	30	0	29	28	19	20	20	22	4,9	19,4
31	0	52	176	75	0	1	42	1	6	0	23	22	20	17	22	20	9,3	2,4
32	1	23	170	63	1	1	12	1	4	0	25	26	20	22	25	25	7,5	11,3
33	1	25	167	59	0	0	0	0	0	0	22	24	23	22	26	28	14,3	19,0
34	1	22	169	58	0	0	0	0	0	1	22	26	20	21	25	29	9,4	18,9
35	0	22	175	70	0	0	0	0	0	1	25	28	18	12	13	13	8,4	13,4

Numéro	Sexe	Age (années)	Taille (cm)	Poids (kg)	Latéralité	Cavalier	Pratique (années)	Niveau	Temps à cheval (H/sem)	Pathologie	Triceps (Droit)	Triceps (Gauche)	FD GT (Droit)	FD GT (Gauche)	FD GF (Droit)	FD GF (Gauche)	Cible (Droit)	Cible (Gauche)
36	1	21	163	53	0	0	0	0	0	0	27	25	15	16	20	22	18,7	10,9
37	1	22	176	60	0	0	0	0	0	0	25	26	18	19	24	23	12,8	10,7
38	1	21	167	57	0	0	0	0	0	0	24	22	14	15	17	16	14,9	17,9
39	1	20	166	55	0	0	0	0	0	1	23	21	16	20	20	20	13,6	9,8
40	0	22	178	75	0	0	0	0	0	0	24	22	18	16	20	21	6,4	9,3
41	0	26	189	98	0	1	20	2	9	0	26	27	20	18	25	25	3,9	3,5
42	0	28	183	95	0	1	22	2	12	0	30	29	20	15	22	18	7,5	10,9
43	1	22	167	57	0	1	12	1	6	0	28	29	18	16	20	20	8,3	13,1
44	0	23	172	61	0	1	16	1	5	0	27	23	19	20	21	22	9,8	4,1
45	1	37	156	50	0	1	18	1	4	3	30	25	22	17	26	22	3,9	12,3
46	1	36	161	52	0	1	30	1	12	0	24	22	20	21	26	26	7,8	9,8
47	1	32	165	55	0	1	21	1	5	0	25	23	18	20	20	21	17,8	13,5
48	0	21	181	73	0	1	15	2	30	0	31	33	23	21	25	25	8,6	10,9
49	0	23	182	81	0	1	15	1	8	0	29	28	20	19	25	24	8,9	17,9
50	0	26	179	76	0	1	8	1	5	0	28	25	22	18	26	24	15,8	12,6
51	0	19	165	58	0	0	0	0	0	2	22	21	19	20	22	25	20,0	13,9
52	1	35	162	55	0	0	0	0	0	0	24	25	21	20	25	24	14,8	7,1
53	1	34	171	70	0	0	0	0	0	1	20	19	17	18	20	20	8,4	4,9
54	1	22	169	68	0	0	0	0	0	0	21	24	21	20	25	24	1,7	7,4
55	1	28	170	72	0	0	0	0	0	0	18	19	19	18	24	23	7,8	12,9
56	0	28	172	69	0	0	0	0	0	0	26	25	22	22	26	27	8,4	14,5
57	1	22	167	55	0	0	0	0	0	0	23	25	21	19	25	27	11,9	4,8
58	1	24	166	57	0	0	0	0	0	0	25	21	18	20	25	24	12,8	10,0
59	1	23	172	60	0	0	0	0	0	0	21	27	25	26	30	31	9,4	3,0
60	1	23	165	54	0	0	0	0	0	0	32	35	23	22	25	26	6,3	7,5

Codage :

Variable	code	signification
Sexe	0	homme
	1	femme

Cavalier	0	non
	1	oui

Latéralité	0	droite
	1	gauche

Niveau	0	loisir
	1	compétition amateur
	2	compétition professionnel

Pathologie de cheville	0	non
	1	oui

ANNEXE III : Tableau descriptif des variables dans les 2 groupes

VARIABLE	Unité	Minimum	Maximum	1er Quartile	Médiane	3eme quartile	Moyenne	Variance	Ecart type
Age	années	16	53	22	23	28	26,67	83,540	9,14
Taille	cm	160	183	166,25	169	175	170,33	32,44	5,695
Poids	kg	50	90	56,25	61	71,5	64,8	104,17	10,21
IMC	/	19,37	28,09	20,22	21,35	23,91	22,22	5,64	2,37

Description du groupe « Non cavalier »

VARIABLE	Unité	Minimum	Maximum	1er Quartile	Médiane	3eme quartile	Moyenne	Variance	Ecart type
Age	années	15	52	23	26	31,75	28,3	67,46	8,21
Taille	cm	156	190	166,25	172	180	173,37	76,72	8,76
Poids	kg	47	98	56,25	60,5	79,5	67,8	234,99	15,33
IMC	/	15,89	28,37	20,34	21,18	24,42	22,29	9,41	3,07
Intensité de la pratique	heures / semaines	4	35	5	6,5	12	11,4	102,660	10,13
Ancienneté de la pratique	Années	5	42	12	15,5	20	16,93	63,970	7,99

Description du groupe « Cavalier »

ANNEXE IV : Tests « t » de Student, comparaison de moyennes

1. La flexion dorsale

1.1. Genou tendu

Description de la variable dans les 2 groupes :

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
non cavaliers	30	11,0	25,5	18,4	3,0
cavaliers	30	13,5	25,0	19,1	2,3

Test t pour 2 échantillons indépendants / test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :] -2,022 ; 0,722 [

Différence	-0,650
t (Valeur observée)	-0,948
t (Valeur critique)	2,002
DDL	58
p-value (bilatérale)	0,347
Alpha	0,05

Interprétation du test :

H0 = La différence entre les moyennes est égale à 0

H1 = La différence entre les moyennes est différente de 0

Etant donné que la p-value calculée est supérieur au niveau de signification (seuil alpha = 0,05), on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 34,70%.

1.2. Genou fléchi

Description de la variable dans les 2 groupes :

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
non cavaliers	30	13,0	30,5	22,7	3,9
cavaliers	30	20,0	32,0	23,8	2,8

Test t pour 2 échantillons indépendants / test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :] -2,812 ; 0,612 [

différence	-1,100
t (Valeur observée)	-1,259
t (Valeur critique)	2,002
DDL	58
p-value (bilatérale)	0,213
alpha	0,05

Interprétation du test :

H0 = La différence entre les moyennes est égale à 0

H1 = La différence entre les moyennes est différente de 0

Etant donné que la p-value calculée est supérieur au niveau de signification (seuil alpha = 0,05), on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 21,31%.

2. Fatigabilité du triceps sural

Description de la variable dans les 2 groupes :

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Non cavaliers	30	18,5	33,5	25,3	4
Cavaliers	30	18,5	34,5	26,6	3,5

Test t pour 2 échantillons indépendants / test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :] -3,22 ; 0,687 [

Différence	-1,267
t (Valeur observée)	-1,298
t (Valeur critique)	2,002
DDL	58
p-value (bilatérale)	0,199
alpha	0,05

Interprétation du test :

H0 = La différence entre les moyennes est égale à 0

H1 = La différence entre les moyennes est différente de 0

Etant donné que la p-value calculée est supérieur au niveau de signification (seuil alpha = 0,05), on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 19,94%.

3. Proprioception / distance cible – laser

Description de la variable dans les 2 groupes :

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Non cavaliers	30	4,5	20,9	11,1	3,9
Cavaliers	30	3,7	15,7	8,8	3,5

Test t pour 2 échantillons indépendants / test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :] 0,436 ; 4,247 [

Différence	2,342
t (Valeur observée)	2,460
t (Valeur critique)	2,002
DDL	58
p-value (bilatérale)	0,017
Alpha	0,05

Interprétation du test :

H0 = La différence entre les moyennes est égale à 0

H1 = La différence entre les moyennes est différente de 0

Etant donné que la p-value calculée est supérieur au niveau de signification (seuil alpha = 0,05), on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0

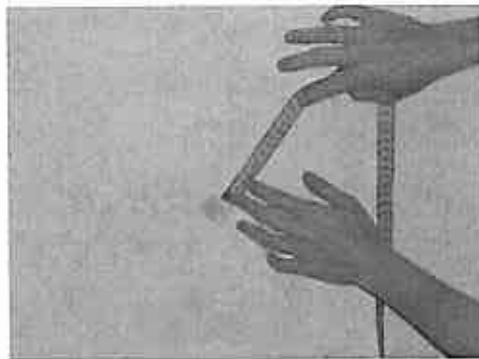
Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 1,69%.

ANNEXE V : Matériel

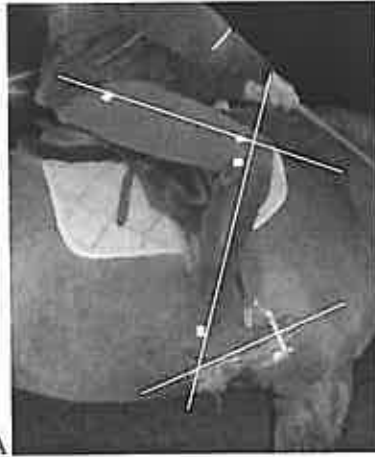
Les tests ont nécessité l'utilisation de :

- ⇒ Une table de massage,
- ⇒ Petit coussin triangulaire (pour le confort de la colonne cervicale du sujet)
- ⇒ Un goniomètre plastique à 2 branches d'environ 20cm, avec un cadran de 360°
- ⇒ Un mètre ruban
- ⇒ Une cible = un bout de scotch opaque blanc de 1cm²
- ⇒ Un support vertical pour placer la cible, nous avons utilisé un mur standard avec des repères de distance.
- ⇒ Un pointeur laser
- ⇒ Un Crayon de papier
- ⇒ Un Bandeau à yeux
- ⇒ Un métronome
- ⇒ Une solution désinfectante en spray (pour l'hygiène inter-sujet de tout le matériel utilisé)

Test « proprioception de la cheville »



ANNEXE VI : Angles en position assise



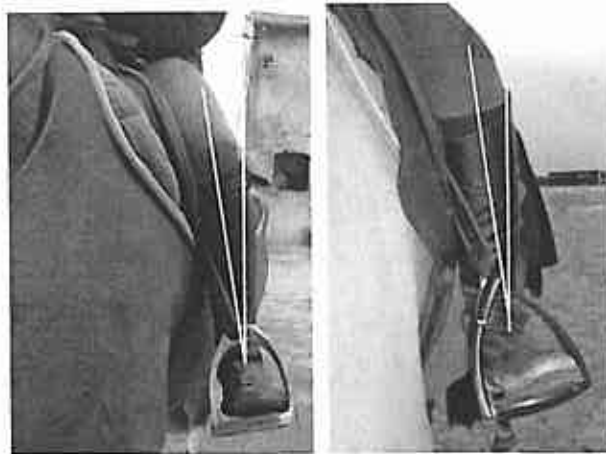
A= homme, 187 cm ; genou : 90°, cheville : 40° / B= femme, 172 cm ; genou : 110°, cheville 30°



C= femme, 165 cm ; genou : 120°, cheville : 30° / D= femme, 162 ; genou 120°, cheville : 30°



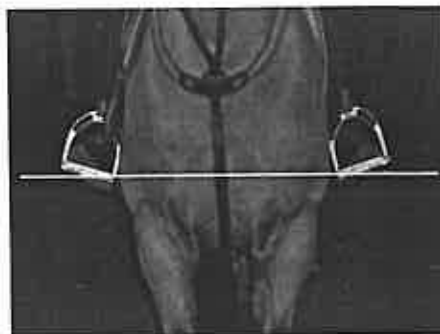
E= femme, 169 cm ; genou : 110°, cheville : 30°



Inclinaison de l'axe de la jambe par rapport à la verticale : environ 5° (il varie avec la convexité des flancs)



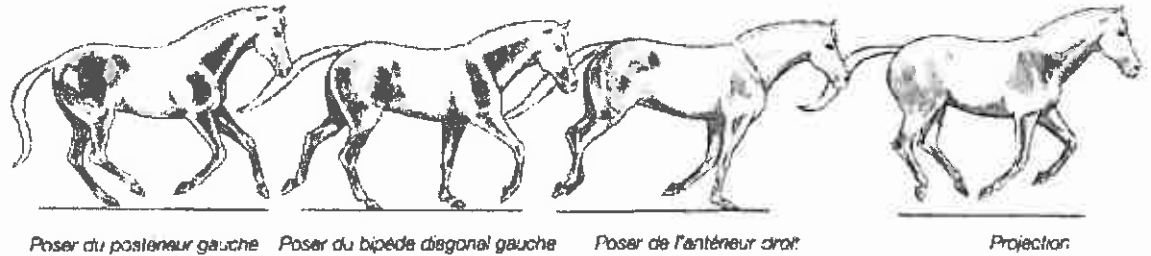
On remarque l'orientation différente au niveau de la pointe du pied (rotation genou/cheville)



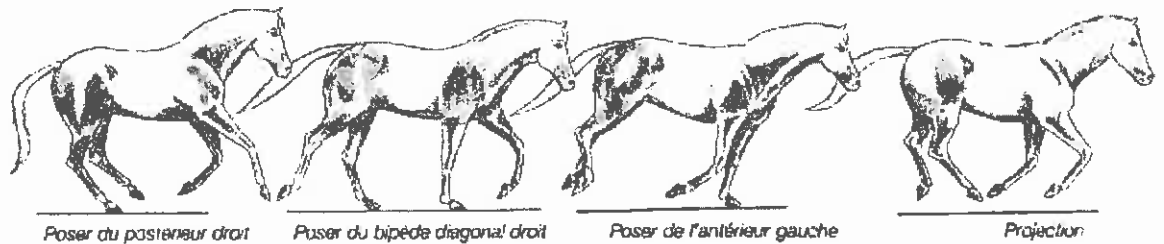
Les 2 étriers sont à la même hauteur

ANNEXE VII : Mécanisme du galop et du saut

Le galop à droite :

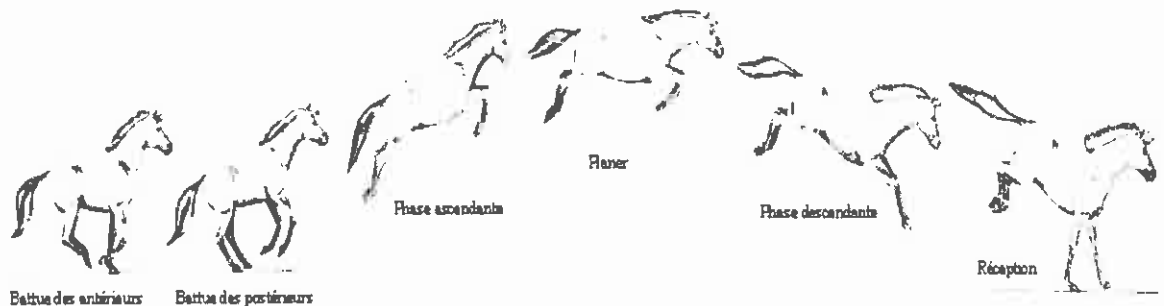


Le galop à gauche



On distingue le galop à droite (posé du postérieur gauche, puis du bipède diagonal gauche et enfin de l'antérieur droit, suivi de la projection) et le galop à gauche (posé du postérieur droit, puis du bipède diagonal droit et enfin de l'antérieur gauche, suivi de la projection). Pour un cheval, la vitesse moyenne est d'environ 20 à 30 km/h, soit 450 m/mn ; mais certains chevaux de course peuvent arriver jusqu'à 60 km/h.

Les 5 phases du saut :



ANNEXE VIII : Illustrations



Marcus Ehning : exemple de justesse en Concours de Saut d'Obstacle (phase ascendante sur un obstacle vertical)



Marcus Ehning lors du planer, sur un obstacle « SPA »



Exemple de cavalier déséquilibré lors d'un saut, sa jambe remonte, l'étrier chaussé à fond, le genou serré...

**ANNEXE IX : Présentation de Christophe Desmoulin au 1er congrès de la
société scientifique de kinésithérapie à Liège en 2009**

Cheville



Cheville

Evaluation statesthésie

Evaluation kinesthésie

Reproductibilité test-retest

satisfaisante (Deshpande 2003, Westlake 2007)

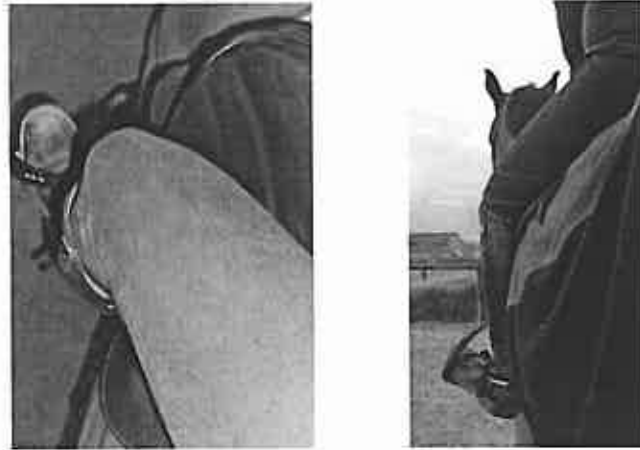
Table 2' ICC_{2,2} for the 4 Measures of Proprioception (n=12)

Measure	Day 1 (mean ± SD)	Day 2 (mean ± SD)	ICC _{2,2}
Threshold for perception of passive movement (°)	0.52 ± 0.27	0.49 ± 0.23	.95
Error in reproduction of position (°)	2.34 ± 1.05	2.33 ± 1.26	.83
Error in reproduction of velocity (%s)	1.30 ± 0.47	1.03 ± 0.50	.79
Error in reproduction of dorsiflexion torque (Nm)	1.97 ± 1.45	2.06 ± 1.59	.86
Error in reproduction of plantarflexion torque (Nm)	1.68 ± 1.08	1.40 ± 0.88	.72

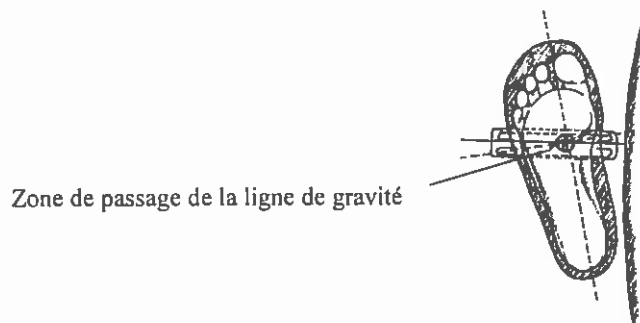


Deshpande 2003

ANNEXE X : Illustrations de la position du cavalier de Saut d'obstacles



Rotation combinée de genou et de cheville d'un cavalier assis à cheval



Zone de passage de la ligne de gravité

Le pied du cavalier vu de dessous



Mouvement de l'étrivière