

Effets des contraintes physiologiques et biomécaniques sur la performance psychosensorielle des cavaliers

Par :

- CY. Guezennec
- Laboratoire Performance Santé Altitude Université de Perpignan Via Domitia, 66120 Font-Romeu, France

Résumé

Un rappel des contraintes énergétiques et biomécaniques de l'équitation permet d'analyser leurs effets potentiels sur la performance du couple cheval/cavalier. Tout d'abord, le développement des méthodes de mesure indirecte de la dépense énergétique par le recueil ambulatoire de la fréquence cardiaque a permis d'évaluer le niveau de contrainte cardio-vasculaire et énergétique de l'équitation : la pratique de la compétition équestre impose des contraintes cardio-vasculaires maximales ou proches du maximum. Le niveau d'aptitude physique et plus particulièrement la capacité aérobie seront donc des éléments de la performance. Ensuite, les travaux menés de façon continue à l'ENE sur la biomécanique du couple cheval/cavalier ont pour objectif d'améliorer la performance. Cet abord s'appuie sur la description des moyens d'informations entre le cheval et le cavalier. Finalement, La mise en relation de la composante psycho-motrice de l'équitation avec les résultats acquis sur le niveau de dépense énergétique et la nécessité de pertinence des actions biomécaniques permet de formuler l'hypothèse selon laquelle le niveau de contrainte imposé par la compétition équestre peut altérer la composante psycho-motrice des cavaliers ayant une faible aptitude physique ou insuffisamment entraînés en équitation.

Mots clés : Equitation-Dépense énergétique-Biomécanique-Psycho-Motricité

Summary

A recall of the energy and biomechanical constraints of the equitation allows to analyze their potential effects on the performance of the couple horse / rider. First of all, the use of indirect measure of the energy expenditure by the ambulatory collection of the cardiac frequency allowed to estimate the level of cardiovascular and energy constraint of the equitation. The practice of the equestrian competition imposes maximal cardiovascular constraints or close to the maximum. The level of physical capacity and more particularly the aerobic capacity will thus be elements of the performance. The works led in a continuous way to the ENE on biomechanics of the couple horse / rider have for objective to improve the performance. This access leans on the description of the means of information between the horse and the rider. Finally, The getting in touch of the psychomotor to riding with the data obtained on the level of energy expenditure and biomechanical actions allows to suggest that the global physiological and psychological stress of riding competitive events could decrease the psycho-motor ability of riders with poor physical fitness or insufficient training.

Key-words: Riding-Energy expenditure-Biomechanics-Psycho-sensorial capacity

Introduction

Les travaux récents menés sur les contraintes physiologiques de l'équitation ont été motivés par la performance et la santé des cavaliers. Les méthodes utilisées étaient principalement la mesure directe ou indirecte de la dépense énergétique et l'abord biomécanique du couple cheval cavalier. La comparaison avec d'autres activités sportives avec une forte composante psychomotrice, comme le ski, la gymnastique ou la voltige aérienne souligne l'intérêt d'une approche psycho-sensorielle de l'équitation. Ce domaine semble moins développé que la biomécanique ou la physiologie, nous allons voir dans quelle mesure la relation entre le niveau de contrainte physiologique et le fonctionnement psycho-sensoriel peut influencer la performance des cavaliers.

1. La mesure de la dépense énergétique et ses conséquences

Le développement des méthodes de mesure indirecte de la dépense énergétique par le recueil ambulatoire de la fréquence cardiaque a permis d'évaluer le niveau de contrainte cardio-vasculaire et énergétique de l'équitation. Ce type d'étude a permis de vérifier le niveau de contraintes au regard des capacités maximales des sujets, ce qui a des implications sur le risque cardio-vasculaire éventuel et le bénéfice pour la santé de cette pratique sportive. Les résultats obtenus sont éminemment variables selon la méthode de mesure ou le type et le niveau de pratique. Cette variabilité a été mise en évidence dès les premiers travaux puisque Westerling en 1983 montrait que l'évaluation indirecte de la dépense énergétique sur des cavaliers de concours hippique par le recueil de la fréquence cardiaque se situait dans un très large intervalle, entre 40 et 80% de la fréquence cardiaque maximale. Ce même recueil de la fréquence cardiaque sur des jockeys montre qu'ils sont en permanence au niveau de la fréquence cardiaque maximale en course (Trowbridge *et al.*, 1995)). Une étude récente sur des cavalières de complet de niveau amateur (Roberts *et al.*, 2010) permet d'évaluer la contrainte cardio vasculaire et d'estimer la dépense énergétique selon les trois disciplines du complet, la fréquence cardiaque atteinte est en moyenne autour de 180 Batt.min⁻¹ durant le cross, de 170 Batt.min⁻¹ pendant le saut d'obstacle et de 160 Batt.min⁻¹ pendant le dressage.

L'utilisation des méthodes de mesure ambulatoire de la consommation d'oxygène a permis d'effectuer des mesures directes de dépense énergétique (Devienne *et al.*, 2000). Un des résultats les plus intéressants de cette approche est d'établir le fait que le niveau de dépense énergétique atteint aux trois allures pas, trot, galop et lors du saut d'obstacle est homogène entre les cavaliers différents par le niveau ou le type de pratique, malgré des différences d'aptitude physique de ce cavaliers. Elle peut se situer entre 2 et 2.5 litres de consommation d'oxygène par minutes ce qui représente de 60 à 80% de la valeur moyenne de consommation maximale d'oxygène d'une population d'adultes jeunes. Cette observation souligne donc le fait que des cavaliers avec une faible aptitude physique où plus âgés seront proches de leurs capacités maximales lors du saut (Londree *et al.*, 1982).

Le niveau de fréquence cardiaque doit aussi être examiné en tenant compte des recommandations qui permettent de définir le niveau d'activité physique ayant un impact sur la santé (INSERM, 2008). Afin de vérifier si la pratique de l'équitation permet de répondre à ces recommandations on peut s'appuyer sur plusieurs travaux, dont les résultats précisent ce que le simple bon sens pouvait indiquer, c'est à dire une progression de la dépense énergétique du pas vers le galop. Le pas induisant une dépense largement inférieure à 50% de la capacité aérobie maximale, seul le trot ou le galop permettent d'atteindre le seuil de 60% de la consommation maximale d'oxygène. Le niveau de dépense énergétique permettant d'avoir une action sur la santé doit être entre 60 et 90% de la capacité maximale pendant 30 à 45 minutes de 3 à 5 fois par semaine (INSERM, 2008). Il faut donc qu'un cavalier soit au trot ou au galop continu pendant 30 à 45 minutes de 3 à 5 séances par semaines pour augmenter ses capacités cardio-vasculaires. Cette durée est rarement atteinte lors de la pratique de l'équitation de loisir il est donc logique de prévoir que cette seule pratique n'améliore pas les capacités physiologiques d'endurance ce qui est vérifié par les travaux de Meyer *et al.* (2000).

Ce large intervalle de variation de la contrainte cardio-vasculaire entre les pratiques compétitives et le loisir en équitation existe aussi dans de nombreux autres sports. Il justifie le fait de proposer une préparation physique générale afin de faciliter le passage de l'équitation de début vers la compétition. Par ailleurs on peut faire l'hypothèse que le niveau de dépense énergétique cumulée sur une longue période par des cavaliers professionnels ou amateurs de haut niveau peut suffire à développer la capacité aérobie. Il n'existe pas encore de données publiées sur ce point. Mais le recueil des mesures effectuées lors de l'épreuve d'effort imposées par le suivi des cavaliers inscrits sur les listes de haut niveau mets en évidence des capacités aérobies maximales supérieures aux sujets sédentaires, plus particulièrement pour les cavaliers de concours complet, autour de 50 ml/min.kg⁻¹ (données personnelles non publiées).

L'ensemble de ces données obtenues sur des cavaliers de différents niveaux équestres mets en évidence le fait que la pratique de la compétition équestre impose des contraintes cardio-vasculaires maximales ou proches du maximum. Le niveau d'aptitude physique et plus particulièrement la capacité aérobie seront donc des éléments de la performance. Une pratique de l'équitation de loisir seule ne semble pas suffisante pour développer ces qualités, d'où l'intérêt de proposer une préparation physique générale pour préparer le passage vers la compétition. En revanche, il semble que le volume de pratique des cavaliers professionnels permette de développer cette aptitude physique. Chez ces cavaliers le but de la préparation physique sera principalement de prévenir les blessures des segments corporels les plus sollicités.

2. La contrainte biomécanique de l'équitation

C'est le domaine où les données obtenues et les concepts suivent une ligne directrice de longue date. La lecture des traités classiques de l'équitation montre le rôle fondateur dans toutes les méthodes d'équitation d'une utilisation intuitive de la biomécanique du couple cheval cavalier, l'ouvrage un peu oublié aujourd'hui publié dans les années cinquante du Lieutenant Colonel Remy Repellin, « l'instruction du cavalier », résume parfaitement ce lien.

Le passage de la compréhension intuitive de la biomécanique du couple cheval/cavalier des maîtres classiques de l'équitation académique vers une approche plus scientifique peut se situer à la période de l'exploitation des travaux de Marey utilisant la chronophotographie. La volonté de relier la biomécanique du cavalier et son action sur la locomotion du cheval est ancienne. L'utilisation relativement récente des méthodes de la biomécanique moderne a permis des progrès dans ce domaine et les données obtenues donnent des bases rationnelles à la pédagogie de l'équitation et l'entraînement des cavaliers.

Les travaux menés de façon continue à l'ENE sur les biomécaniques du couple cheval/cavalier ont pour objectif d'améliorer la performance (Galloux *et al.*, 2007). Cet abord s'appuie sur la description des moyens d'informations entre le cheval et le cavalier. Cette problématique est décrite par Biau (2009), l'étude biomécanique permet de décrire le fonctionnement des moyens de contrôle par le biais du fonctionnement dynamique des zones de contact. On peut faire une assimilation de ce couple cheval cavalier avec les principes généraux des systèmes de communication, les actions mécaniques du cavalier sur toutes les zones de contact sont les seuls moyens d'ajuster la motricité du cheval. La pertinence d'un système de communication repose sur les critères suivants : spécificité, reproductibilité, sensibilité. Le problème posé est d'autant plus complexe que malgré un code bien établi la réponse du cheval est variable.

En reprenant l'analyse de Biau (2009) on peut distinguer trois modèles théoriques :

- le cheval s'adapte au cavalier
- Le cavalier s'adapte au cheval
- Le cheval s'adapte au cavalier qui s'adapte au cheval

Une étude préliminaire utilisant l'enregistrement simultané des contraintes biomécaniques du cheval et du cavalier à l'aide d'un système equimetrix pour le cheval et locometrix pour le cavalier a mis en évidence les différents effets de la biomécanique lombaire du cavalier selon son expertise sur la locomotion du cheval (Guezennec *et al.*, 2006). Cet ensemble de données illustre la difficulté d'un système de communication stable et reproductible dans le temps et selon les circonstances. Le travail mécanique mesuré à l'étage lombaire du cavalier est différent pour un même cheval selon l'expertise et le type de discipline pratiquée par le cavalier, il en résulte des modifications de la locomotion du cheval. Ce point souligne l'absence de spécificité du message envoyé au cheval par le cavalier. La performance du couple cheval cavalier dépend en grande partie de la qualité de cette communication. Nous allons voir dans quelle mesure le niveau de dépense énergétique atteint en compétition peut perturber ce système de communication.

3. L'influence du niveau d'activation moteur et du stress sur la performance psycho-sensorielle

Si l'on reprend la définition des activités physiques et sportives qualifiées « d'informationnelles » comme le ski, la gymnastique, le patinage artistique par Ripoll (1987). L'équitation s'inscrit dans ce cadre. Le cavalier doit être capable d'effectuer simultanément le traitement des informations sensorielles aux fins d'analyser l'environnement de son parcours et d'autre part exécuter la réponse avec le maximum de précision. Le point d'entrée des informations est strictement sensoriel par le biais des canaux visuels, vestibulaires et proprioceptif, par contre le traitement de l'information est cognitif il est effectué au

niveau des structures cérébrales du cortex associatif. Des études menées à l'aide de l'imagerie cérébrale fonctionnelle dans le domaine des activités motrices complexes avec un ajustement sensoriel permanent, tel que le pilotage d'avions (Peres *et al.*, 2000) ont mis en évidence le rôle critique des fonctions cérébrales dans le traitement de l'information visuelle et la décision de stratégie motrice. L'analyse des structures et des fonctions mises en jeu lors de la réalisation d'une action en réponse à une prise d'information visuelle indique l'existence d'une boucle de régulation qui part de l'information visuelle reçue par les zones occipitales du cerveau, qui active ensuite les zones cérébrales du cortex associatif permettant d'élaborer une stratégie de réponse et enfin mise en jeu des régions cérébrales de la commande motrice pour finaliser cette action. Cette constatation a permis de développer un concept selon lequel la pensée de l'action préalable à l'action serait indispensable à l'ajustement final de la motricité. Pendant la réalisation d'une action motrice le cerveau effectuerait une comparaison permanente avec le plan d'action motrice mémorisé avant l'action (Schmidt et Wrisberg, 2000). Ce concept repose sur les propriétés de mémorisation du plan d'action ou de la mémoire des actions passées, il repose donc sur les différents facteurs de la mémoire, mémoire de travail, mémoire spatiale, mémoire sémantique et mémoire à court terme. La performance du couple cheval/cavalier sera nettement influencée par le rapport entre la dominante perceptive (Quelles sont les informations reçues ?) et la dominante psychomotrice (Quelles actions effectuer ?). Les différentes contraintes qui vont modifier ce rapport ont été parfaitement décrites pour de nombreuses activités sportives (Ripoll, 1987), elles sont liées à l'incertitude de la relation cheval/cavalier, à la pression temporelle de l'épreuve, à l'organisation de l'espace de l'épreuve, aux priorités attentionnelles du cavalier.

Le niveau de l'activité physique par rapport aux capacités maximale du cavalier influence l'ensemble de ce processus. Une revue de question complète sur ce sujet a été réalisée par Brisswalter et Hauswirth (2003), un modèle théorique de la relation entre niveau d'activité physique et processus cognitif est proposé : il suivrait une courbe en U inversé. Il y aurait une amélioration des processus cognitifs jusqu'à un certain niveau d'activité physique, suivie par une dégradation pour les niveaux les plus élevés. Plusieurs mécanismes sont évoqués pour expliquer cette évolution en fonction de l'intensité de l'exercice. On peut citer une amélioration du débit sanguin cérébral jusqu'à un seuil d'activation et des modifications de la neurochimie cérébrale. Les structures cérébrales les plus sensibles aux modifications neurochimiques de l'exercice musculaire sont le striatum pour la motricité et l'hippocampe pour la mémoire. Chacune de ces structures est impliquée dans des fonctions psycho-cognitives ou motrices qui peuvent influencer la performance sportive.

Une approche intéressante pour l'équitation est la prise en compte des processus attentionnels. Avec l'élévation de l'intensité de l'activité physique et du stress psychologique l'attention atteint un niveau optimal où seuls les signaux pertinents sont perçus. A un niveau supérieur d'activation le processus attentionnel se fixe sur une seule tâche et des signaux pertinents peuvent être ignorés. Dans la littérature scientifique il est souvent suggéré que l'amélioration de la condition physique influence positivement la réponse cognitive pendant l'exercice (Brisswalter et Hauswirth, 2003). Ces données mises en relation avec celles acquises sur le niveau de dépense énergétique et la nécessité de pertinence des actions biomécaniques permettent de formuler l'hypothèse selon laquelle le niveau de contraintes imposé par la compétition équestre peut altérer la composante psycho-motrice des cavaliers ayant une faible aptitude physique ou insuffisamment entraînés en équitation. La comparaison des valeurs de fréquence cardiaque recueillies dans les différentes compétitions équestres et la relation niveau d'activité physique/processus cognitifs soutient l'intérêt d'une préparation physique générale pour les cavaliers. Ce type de recommandations peut aussi être appuyé par de nombreux travaux qui montrent que l'entraînement physique améliore l'apprentissage et la mémoire spatiale (revue de question Guezennec et Duclos 2010). Ces deux fonctions sont mises en jeu dans la mémorisation d'un parcours et la restitution de la stratégie élaborée lors de la reconnaissance du parcours.

4. Rôle du stress psychologique

Les quelques données obtenues sur le recueil de la fréquence cardiaque en compétition montrent que les valeurs sont largement supérieures à celles mesurées à l'entraînement pour une même difficulté de parcours. Cette différence est en partie due à l'intensité du stress psychologique lors de ce type de compétition. Dans de nombreuses autres disciplines comportant une forte charge émotionnelle il a été démontré que le stress psychologique pouvait nuire à la performance. La question se pose de l'impact du stress psychologique sur la performance en équitation et plus particulièrement sur la composante psycho-sensorielle de ce sport.

- Le concours hippique nécessite de mémoriser le tracé d'un parcours et d'adapter les actions du cavalier sur la locomotion du cheval
- Le dressage impose de mémoriser un enchaînement et de figurer dans un cadre spatial et temporel défini

- Le concours complet réunit les deux précédentes difficultés avec en plus un parcours de cross qui nécessite de gérer des trajectoires à une vitesse élevée, ce type d'épreuve présente un risque de chute qui majore les facteurs de stress.

Il n'existe pas de données objectives sur les conséquences du stress de la compétition sur les performances en équitation. Par contre de nombreux travaux ont été conduits sur les effets du stress psychologique sur les performances sportives ou mentales en général ou lors d'autres types de pratique sportive, comme le tir (Guezennec *et al.*, 1992). Le modèle théorique prévoit une relation sous la forme d'un U inversé qui décrit une amélioration des performances avec le niveau de stress puis une dégradation à partir d'un seuil d'élévation de la contrainte (Schmidt and Wrisberg, 2000).

Concernant les performances mentales il est bien établi que le stress agit très rapidement sur la mémoire à court terme et les stratégies d'apprentissage. Sur un plan pratique on peut attribuer des erreurs de parcours en concours hippique ou l'oubli d'une figure lors d'une reprise de dressage qui se produisent chez des cavaliers amateurs et parfois de façon surprenante chez des cavaliers de haut niveau aux effets du stress sur la mémoire à court terme. Le modèle de l'aéronautique est utile, il a été démontré que l'entraînement avec une certaine charge de stress améliore la restitution de processus cognitifs sous stress (Mc Clernon *et al.*, 2011). Cette observation justifie de développer des méthodes d'accoutumance au stress.

En pratique quelles applications pour améliorer la performance des cavaliers ?

On peut faire l'hypothèse que les cavaliers présentant une faible aptitude physique sont soumis en épreuves au même niveau de contraintes énergétiques que les autres cavaliers. Pour ces cavaliers, la marge entre le niveau de contrainte imposé par l'équitation et les capacités maximales du cavalier sera plus faible. Il peut en résulter une mauvaise gestion de la relation cheval/cavalier et une moins bonne évaluation du tracé du parcours ou des trajectoires. Le développement des aptitudes physiques en plus de la pratique de l'équitation doit permettre d'améliorer les performances mentales et physiques. Il n'existe pas de méthode bien définie pour les cavaliers. Il serait possible de s'inspirer des méthodes de préparation physique utilisées dans les sports mécaniques. C'est le domaine où la recherche de bénéfice sur le plan des performances psychomotrice s'apparente le plus aux contraintes du cavalier.

Références

- Brisswalter J. Hausswirth C. Energie et performance. Armand Colin Ed. 2003
- Devienne, M. and Guezennec, C. (2000) Energy expenditure of horse riding. *J Appl Physiol* 82 (5), 499-503.
- Biau S. Interaction biomécanique entre le cheval et son cavalier XII^{ème} colloque de l'Ecole Nationale d'Equitation. Saumur 2009
- Galloux P., S. Biau, R. Jeddi, B. Auvinet, P Lacouture (2007) : adaptation biomécanique du cavalier à cheval au trot et au galop *L'Equitation* n° 16
- Guezennec C.Y., Oliver C., Lienhard F., Seyfried D., Huet F., Resce G. - Hormonal and metabolic responses to pistol shooting competition. *Sciences et Sports*, 1992, 7 : 27-32
- Guezennec CY., Guezennec A., Arnault des Lions J., de Broucker CA. Gloria E, Israel J., Barey E. Analysis of the horse-rider interaction by accelerometry Congrès ICEEP Fontainebleau 2006
- Guezennec CY., Duclos M. Comment le sport protégé le cerveau. *La Recherche* septembre 2010
- Guitierrez Rincon, J.A., Vives Turco, J., Martinez, M. and Vaque, C. (1992) A comparative study of the metabolic effort expended by horse riders during a jumping competition. *Br J Sports Med* 26 (1), 33-35.
- INSERM L'activité physique contexte et effets sur la santé Expertise collective 2008
- Londree, B.R. and Moeschberger, M.L. (1982) Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Res Q Exerc Sport* 53, 297-304.
- McClernon CK, McCauley ME, O'Connor PE, Warm JS Stress training improves performance during a stressful flight. *Hum Factors*. 2011 Jun;53(3):207-18

- Meyers, M.C., and Stirling, J.C. (2000) Physical, Hematological, and Exercise Response of Collegiate Female Equestrian Athletes. *J Sports Med Phy Fitness* 40. 131-138
- Pérès M, Van De Moortele PF, Pierard C, Lehericy S, Satabin P, Le Bihan D, Guezennec CY. Functional magnetic resonance imaging of mental strategy in a simulated aviation performance task. *Aviat Space Environ Med.* 71(12):1218-31. 2000
- Ripoll H. *Neurosciences du sport* Edition de l'INSEP 1987
- Repellin R. *L'instruction du cavalier*. Ed Crepin-Leblond 1950
- Roberts, M., Shearman, J., Marlin, D. (2010) A comparison of the metabolic cost of the three phases of the one-day event in female collegiate riders. *Comp Exercise Physiol* 6 (3), 129-135.
- Schmidt and Wrisberg 2000 *Motor learning and performance* Human Kinetics publisher 3d edition 2000
- Trowbridge, E.A., Cotterill, J.C., Crofts, C.E. (1995) *The Physiological Demands of Riding in National Hunt Races*. *Eur J App Phys* 70. 66-69.
- Westerling, D. (1983) A study of the physical demands of riding. *Eur J App Phys Occu Phys* 50 (3), 373-382.