



HAL
open science

Approche d'une technique de massage sur des chevaux trotteurs au moyen de l'appareil LPG équin par le suivi de CK, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire et de la clinique

Bertrand Le Beller

► To cite this version:

Bertrand Le Beller. Approche d'une technique de massage sur des chevaux trotteurs au moyen de l'appareil LPG équin par le suivi de CK, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire et de la clinique. Médecine vétérinaire et santé animale. 2001. dumas-04651036

HAL Id: dumas-04651036

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04651036v1>

Submitted on 17 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPROCHE D'UNE TECHNIQUE DE MASSAGE SUR DES CHEVAUX TROTTEURS AU MOYEN DE L'APPAREIL *LPG EQUIN* PAR LE SUIVI DE CK, FRÉQUENCE CARDIAQUE, FRÉQUENCE RESPIRATOIRE ET DE LA CLINIQUE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2001
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Bertrand, Paul LE BELLER
Né, le 19 juillet 1973 à POITIERS (Vienne)

Directeur de thèse : M. le Docteur MATHON

JURY

PRESIDENT :
M. FOURNIE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEURS :
M. MATHON
M. VERWAERDE

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

| | | |
|-----------------------------|------|-------------------------|
| Directeur par intérim | : M. | G. BONNES |
| Directeurs honoraires..... | : M. | R. FLORIO |
| | M. | R. LAUTIE |
| | M. | J. FERNEY |
| | M. | G. VAN HAVERBEKE |
| Professeurs honoraires..... | : M. | A. BRIZARD |
| | M. | L. FALIU |
| | M. | C. LABIE |
| | M. | C. PAVAUX |
| | M. | F. LESCURE |
| | M. | A. RICO |

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, Histologie, Anatomie pathologique
- M. **CAZIEUX André, (sur nombre)** Pathologie chirurgicale
- M. **DORCHIES Philippe**, Parasitologie et Maladies Parasitaires
- M. **GUELFY Jean-François**, Pathologie médicale des Equidés et Carnivores

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, Pathologie chirurgicale
- M. **BENARD Patrick**, Physique et Chimie biologiques et médicales
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, Physique et Chimie biologiques et médicales
- M. **CHANTAL Jean**, Pathologie infectieuse
- M. **DARRE Roland**, Productions animales
- M. **DELVERDIER Maxence**, Histologie, Anatomie pathologique
- M. **EECKHOUTTE Michel**, Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale
- M. **EUZEBY Jean**, Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie
- M. **FRANC Michel**, Parasitologie et Maladies Parasitaires
- M. **GRIESS Daniel**, Alimentation
- M. **MILON Alain**, Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie
- M. **PETIT Claude**, Pharmacie et Toxicologie
- M. **REGNIER Alain**, Physiopathologie oculaire
- M. **SAUTET Jean**, Anatomie
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, Physiologie et Thérapeutique

PROFESSEURS 2[°] CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale
- M. **BERTHELOT Xavier**, Pathologie de la Reproduction
- M. **CORPET Denis**, Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, Parasitologie et Maladies parasitaires
- M. **ENJALBERT Francis**, Alimentation
- M. **LIGNEREUX Yves**, Anatomie
- M. **MARTINEAU Guy**, Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour
- M. **PICAVET Dominique**, Pathologie infectieuse
- M. **SCHELCHER François**, Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour

PROFESSEUR CERTIFIE DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 1^{ère} CLASSE

- M. **ASIMUS Erick**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS- BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCRAUT-BARALON Corine**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **GAYRARD Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MESSUD-PETIT Frédérique**, *Pathologie infectieuse*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
M. **VALARCHER Jean-François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 2^e CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mlle **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du Bétail*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **HAY Magali**, *Zootéchnie*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mlle **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Productions animales*
M. **MARENDA Marc**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*

A notre jury de thèse

Monsieur le Professeur FOURNIE

Professeur des Universités,

Praticien Hospitalier

Rhumatologie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence
de notre jury de thèse

Hommage respectueux

Monsieur le Docteur MATHON

Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie chirurgicale

Qui a accueilli avec bienveillance le sujet de notre thèse et
nous a encadrés tout au long de notre étude.

A Monsieur le Docteur VERWAERDE

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anesthésie, réanimation

Qui a aimablement accepté de faire partie de notre jury.

A Monsieur Laurent ROUSSEAU,
Kinésithérapeute,
Pour sa participation à cette étude.

A Monsieur Jean Paul VALETTE,
Pour la précieuse aide qu'il m'a apporté dans cette étude.

A Mes Parents,
qui n'ont cessé de m'encourager.

A Mon Frère et à Ma Famille.

A Anne,
Pour sa collaboration linguistique à ce travail.

TABLE DES MATIERES

| | |
|----------------------------|----|
| <u>INTRODUCTION</u> | 12 |
|----------------------------|----|

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

| | |
|---|----|
| <u>I. RAPPELS DE PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE</u> | 16 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A. ADAPTATIONS MUSCULAIRES</u> | 16 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A.1. Rappels histologiques</u> | 16 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| <u>I.A.1.a. Structure du muscle strié squelettique</u> | 16 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| <u>I.A.1.b. Les différentes fibres musculaires</u> | 17 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A.1.c. Variation génétique de la typologie</u> | 19 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A.2. Rappels de physiologie de la cellule musculaire</u> | 21 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A.3. Entraînement et adaptations musculaires</u> | 23 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A.3.a. Adaptation cellulaire</u> | 23 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.A.3.b. Adaptation vasculaire</u> | 23 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| <u>I.A.3.c. Adaptation du pouvoir tampon</u> | 24 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| <u>I.A.3.d. Adaptation typologique</u> | 24 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.B. EXERCICE ET LESIONS MUSCULAIRES</u> | 25 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.B.1. Les différents types lésionnels</u> | 25 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| <u>I.B.1.a. Myalgies mineures</u> | 26 |
|--|----|

| | |
|--|--|
| <u>I.B.1.a.i. Définition et clinique des myalgies à lésions cellulaires</u> | |
|--|--|

| | |
|--|--|
| <u>I.B.1.a.ii. Circonstances d'apparition</u> | |
|--|--|

| | |
|--|--|
| <u>I.B.1.a.iii. Modifications ultrastructurales observées</u> | |
|--|--|

| | |
|--------------------------------------|--|
| <u>I.B.1.a.iv. Pathogénie</u> | |
|--------------------------------------|--|

| | |
|--|--|
| <u>I.B.1.a.v. Prévention et traitements</u> | |
|--|--|

| | |
|--|----|
| <u>I.B.1.b. Myalgies majeures</u> | 34 |
|--|----|

| | |
|--------------------------------------|--|
| <u>I.B.1.b.i. Définitions</u> | |
|--------------------------------------|--|

| | |
|--|--|
| <u>I.B.1.b.ii. Signes cliniques</u> | |
|--|--|

| | |
|--|----|
| <u>I.B.1.b.iii. Circonstances d'apparition</u> | |
| <u>I.B.1.b.iv. Approche thérapeutique</u> | |
| <u>I.B.2. Utilisation pratique des paramètres biochimiques musculaires</u> | 36 |
| <u>I.B.2.a. Les enzymes musculaires</u> | 37 |
| <u>I.B.2.b. Valeurs de référence</u> | 37 |
| <u>I.B.2.c. Chronologie des prélèvements</u> | 38 |
| <u>II. LE MASSAGE</u> | 39 |
| <u>II.A. LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MASSAGE</u> | 41 |
| <u>II.A.1. Techniques de massage manuels</u> | 41 |
| <u>II.A.1.a. Pressions glissées superficielles ou effleurages</u> | 41 |
| <u>II.A.1.b. Pressions glissées profondes</u> | 42 |
| <u>II.A.1.c. Pressions statiques</u> | 42 |
| <u>II.A.1.d. Les pétrissages</u> | 43 |
| <u>II.A.1.e. Les frictions</u> | 43 |
| <u>II.A.1.f. Les vibrations</u> | 44 |
| <u>II.A.1.g. Les percussions</u> | 44 |
| <u>II.A.1.h. Le massage transversal profond (MTP) ou "ponçage" ou "frotte"</u> | 45 |
| <u>II.A.1.i. Le palper-rouler</u> | 45 |
| <u>II.A.2. Techniques de massages instrumentaux</u> | 46 |
| <u>II.A.2.a. L'aspirothérapie</u> | 46 |
| <u>II.A.2.b. La pressothérapie</u> | 46 |
| <u>II.A.2.c. La vibrothérapie</u> | 47 |
| <u>II.A.2.d. Techniques anecdotiques</u> | 47 |
| <u>II.A.2.d.i. L'hydrothérapie</u> | |
| <u>II.A.2.d.ii. Le cryomassage</u> | |

| | |
|--|----|
| <u>II.B. INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS DU MASSAGE</u> | 49 |
| <u>II.B.1. Massage pré-exercice</u> | 49 |
| <u>II.B.1.a. Techniques utilisées et intérêts</u> | 49 |
| <u>II.B.1.b. Limites</u> | 51 |
| <u>II.B.2. Massage post-exercice</u> | 51 |
| <u>II.B.2.a. Techniques utilisées et intérêts</u> | 52 |
| <u>II.B.2.b. Limites</u> | 54 |
| <u>II.B.3. Contre-indications au massage</u> | 54 |
| <u>II.C. EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU MASSAGE</u> | 55 |
| <u>II.C.1. Effets circulatoires</u> | 55 |
| <u>II.C.1.a. Effets sur la circulation sanguine</u> | 55 |
| <u>II.C.1.a.i. Le débit artériel et veineux</u> | |
| <u>II.C.1.a.ii. Viscosité et hématoците</u> | |
| <u>II.C.1.b. Effet sur la circulation lymphatique et l'œdème</u> | 56 |
| <u>II.C.1.c. Effets sur les cellules sanguines</u> | 58 |
| <u>II.C.1.c.i. Sur les globules rouges</u> | |
| <u>II.C.1.c.ii. Sur les globules blancs</u> | |
| <u>II.C.1.d. Effets sur la coagulation</u> | 59 |
| <u>II.C.2. Effets métaboliques sur les facteurs biochimique du sang</u> | 60 |
| <u>II.C.2.a. Créatine(Phospho)Kinase</u> | 60 |
| <u>II.C.2.b. Le cortisol</u> | 62 |
| <u>II.C.3. Effets musculaires</u> | 63 |
| <u>II.C.3.a. Effets sur le muscle sain</u> | 63 |
| <u>II.C.3.b. Effets sur le muscle lésé</u> | 64 |
| <u>II.C.3.b.i. Récapitulatif sur l'origine de ces lésions</u> | |
| <u>II.C.3.b.ii. Effets sur la courbature et l'inflammation</u> | |
| <u>II.C.3.b.iii. Récupération fonctionnelle</u> | |

| | |
|---|----|
| <u>II.C.4. Effets sur le système nerveux</u> | 70 |
| <u>II.C.4.a. Effets sur le tonus musculaire</u> | 70 |
| <u>II.C.4.b. Effets sur le système nerveux autonome</u> | 71 |
| <u>II.C.4.c. Effets psychologiques</u> | 71 |
| <u>II.C.4.d. Effets antalgiques</u> | 71 |
| <u>II.C.4.e. Effets sur les affections neurologiques</u> | 73 |
| | |
| Bilan de la partie bibliographique | 74 |

PARTIE EXPERIMENTALE

| | |
|--|----|
| <u>I. MATERIELS ET METHODES</u> | 76 |
| <u>I.A. MATERIELS</u> | 76 |
| <u>I.A.1. Les chevaux</u> | 76 |
| <u>I.A.2. L'appareil LPG équin</u> | 78 |
| <u>I.A.3. Les personnes impliquées</u> | 80 |
| <u>I.A.3.a. Société LPG</u> | 80 |
| <u>I.A.3.b. Elaboration du protocole</u> | 80 |
| <u>I.A.3.c. Evaluation clinique</u> | 81 |
| <u>I.A.3.d. Entraînement et suivi</u> | 81 |
| <u>I.A.3.e. Massage</u> | 81 |
| <u>I.A.3.f. Traitement statistique des données</u> | 81 |
| <u>I.B. METHODE</u> | 82 |
| <u>I.B.1. Bilan hémato-biochimique et examen clinique</u> | 82 |
| <u>I.B.1.a. Bilan hémato-biochimique</u> | 82 |
| <u>I.B.1.b. Examen clinique</u> | 83 |
| <u>I.B.2. Tests d'effort et suivi d'entraînement</u> | 85 |
| <u>I.B.2.a. Les tests d'effort</u> | 85 |
| <u>I.B.2.a.i. Mesure de la fréquence cardiaque et de la vitesse</u> | |
| <u>I.B.2.a.ii. Mesure de la lactatémie</u> | |
| <u>I.B.2.a.iii. Détermination et signification du paramètre V4</u> | |
| <u>I.B.2.a.iv. Détermination et signification du paramètre V200</u> | |
| <u>I.B.2.b. Le suivi d'entraînement</u> | 89 |
| <u>I.B.3. Le suivi des cinétiques de CPK</u> | 93 |
| <u>I.B.4. Technique de massage</u> | 96 |
| <u>I.B.4.a. Examens palpatoires du cheval</u> | 96 |
| <u>I.B.4.b. Protocole de traitement</u> | 97 |

| | |
|--|-----|
| <u>I.B.4.b.i. L'encolure</u> | |
| <u>I.B.4.b.ii. L'épaule</u> | |
| <u>I.B.4.b.iii. Pont vertébral tronc</u> | |
| <u>I.B.4.b.iv. La hanche et la croupe</u> | |
| <u>I.B.4.b.v. Poitrail et inter-ars</u> | |
| <u>I.B.5. Paramètres mesurés pendant le massage</u> | 105 |
| <u>I.B.5.a. Fréquence cardiaque</u> | 105 |
| <u>I.B.5.b. Fréquence respiratoire</u> | 107 |
| <u>I.B.5.c. Port de tête</u> | 107 |
| <u>I.B.5.d. Zone de chaleur-contraction</u> | 107 |
| <u>I.B.5.e. Les crottins</u> | 108 |
| <u>II. RESULTATS</u> | 109 |
| <u>II.A. RESULTATS INDIVIDUELS</u> | 109 |
| <u>II.A.1. Résultats cliniques</u> | 109 |
| <u>II.A.2. Résultats des suivis de CPK</u> | 115 |
| <u>II.A.3. Résultats des paramètres étudiés lors du massage</u> | 115 |
| <u>II.B. RESULTATS STATISTIQUES</u> | 116 |
| <u>II.B.1. Analyse des cinétiques de CPK</u> | 116 |
| <u>II.B.1.a. Première variable : CPK</u> | 116 |
| <u>II.B.1.b. Deuxièmes variables : D13, D23, D14, D24</u> | 117 |
| <u>II.B.2. Analyse des paramètres étudiés pendant le massage</u> | 117 |
| <u>II.B.2.a. Variable : fréquence cardiaque</u> | 117 |
| <u>II.B.2.b. Variable : fréquence respiratoire</u> | 118 |
| <u>III. DISCUSSION</u> | 119 |
| <u>III.A. LA METHODE</u> | 119 |
| <u>III.A.1. L'entraînement</u> | 119 |
| <u>III.A.2. Les chevaux</u> | 120 |

| | |
|--|-----|
| <u>III.A.3.Les personnes impliquées</u> | 122 |
| <u>III.A.3.a. Le Dr Anne COUROUCE et le kinésithérapeute JC COUTANT</u> | |
| <u>III.A.3.b. L'entraîneur JM MONCLIN et son personnel</u> | 123 |
| <u>III.A.3.c. Le Dr R CORDE</u> | 125 |
| <u>III.A.3.d. Le kinésithérapeute A ROUSSEAU</u> | 125 |
| <u>III.A.3.e. Les vétérinaires techniciens</u> | 126 |
| <u>III.A.4.Le massage</u> | 127 |
| <u>III.A.4.a. La machine</u> | 127 |
| <u>III.A.4.b. Le protocole</u> | 127 |
| <u>III.A.5.Le protocole de suivi</u> | 129 |
| <u>III.A.5.a. Les CPK</u> | 129 |
| <u>III.A.5.b. FC-FR</u> | 130 |
| <u>III.A.5.c. La clinique</u> | 130 |
| <u>III.B. INFLUENCE SUR LA CLINIQUE</u> | 131 |
| <u>III.B.1.Lors des examens de début et fin de protocole</u> | 131 |
| <u>III.B.2.Lors des examens palpatoires pendant les séances</u> | 131 |
| <u>III.B.3.Conclusion</u> | 132 |
| <u>III.C. INFLUENCE SUR LES CPK</u> | 132 |
| <u>III.C.1.Variable CPK</u> | 132 |
| <u>III.C.2.Variables D13, D14, D23, D24</u> | 134 |
| <u>III.C.3.Conclusion</u> | 135 |
| <u>III.D. INFLUENCE SUR LES PARAMETRES ETUDIES PENDANT LE MASSAGE</u> | 136 |
| <u>III.D.1.Fréquence cardiaque</u> | 136 |
| <u>III.D.2.Fréquence respiratoire</u> | 137 |
| <u>III.D.3.Les autres paramètres observés</u> | 137 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| <u>III.D.4.CONCLUSION</u> | 138 |
| CONCLUSION | 139 |
| LES ANNEXES | 141 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 172 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Principales caractéristiques des fibres musculaires

Tableau 2 : Composition du muscle glutéal moyen chez différents équidés

Tableau 3 : Influence de l'entraînement sur la distribution des différentes fibres musculaires chez cinq trotteurs de 2 ans

Tableau 4 : Récapitulatif des chevaux participant à l'étude

Tableau 5 : Appariement des chevaux par paires

Tableau 6 : Exemple de classification des V4 sur la piste de l'entraîneur JM MONCLIN, en fonction de l'âge

Tableau 7 : Heures des différents prélèvements

Tableau 8 : Temps de massage par zone

Tableau 9 : Feuille de suivi des chevaux pendant le massage

Tableau 10 : Résultats des examens cliniques du couple D1/F1

Tableau 11 : Résultats des examens cliniques du couple F3/F4

Tableau 12 : Résultats des examens cliniques du couple G1/F2

Tableau 13 : Résultats des examens cliniques du couple G2/G3

Tableau 14 : Résultats des examens cliniques du couple H1/H2

Tableau 15 : Résultats des examens cliniques du couple H3/H4

Schéma 1 : Disposition des myofilaments dans le sarcomère

Schéma 2 : Disposition des myofilaments dans le sarcomère avant et pendant l'état de contraction

Schéma 3 : Dépolarisation de la cellule musculaire, concentration du calcium dans le sarcoplasme

Schéma 4 : Repolarisation de la cellule musculaire

Schéma 5 : Hypothèse du rôle de l'accumulation de H^+ dans la fatigue musculaire

Schéma 6 : Théorie de l'entonnoir

Figure 1 : Courbe moyenne des CK après un exercice concentrique

Figure 2 : Courbe moyenne des CK après un exercice excentrique

Figure 3 : Droites des moyennes de concentrations des CK pour le groupe contrôle et le groupe massé

Figure 4 : Droites des moyennes de concentrations de cortisol pour le groupe massé et le groupe contrôle

Figure 5 : Exemple de travail à V2

Figure 6 : Exemple de travail à V4

Figure 7 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires de l'encolure

Figure 8 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires de l'épaule

Figure 9 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires du tronc

Figure 10 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires de la hanche et de la croupe

Figure 11 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires du poitrail et de l'interars

Introduction

Les relations avec un animal sont diverses. Pour certains le cheval, peut être un élément de loisir, de détente avec lequel on partage des moments de plaisir, alors que pour d'autres, il représente un outil de travail dans le cadre des compétitions sportives équestres. Le cheval compétiteur a beau être une source de profit pour l'homme, il n'en enlève pas pour autant le plaisir partagé lorsque le couple homme-cheval franchit la ligne d'arrivée, en premier

Pour obtenir de telles performances, de nombreux facteurs rentrent en compte. Selon la discipline, ces éléments peuvent être d'ordre physiologique, comme les capacités cardio-respiratoire, énergétique ou musculaire, d'ordre biomécanique tel les qualités de l'appareil musculo-squelettique et les caractéristiques locomotrices, ou d'ordre psychologique, comme l'état combatif et la volonté d'effort, sans oublier le stade d'entraînement.

Excepté ce dernier point, la sélection génétique a permis d'améliorer ces différents facteurs, et cela depuis déjà plusieurs générations. En fonction de la discipline, certains de ces éléments seront limitants(ex: l'appareil respiratoire et la fonction locomotrice chez les trotteurs). C'est pourquoi l'homme cherche à développer des techniques d'entraînement médicales...ou autres, dans le but d'optimiser les compétences de l'athlète et indirectement la performance.

Cette dernière qui ne dépend pas, exclusivement des qualités intrinsèques du cheval mais également de facteurs extérieurs, comme l'attitude du jockey ou du cavalier en compétition, l'alimentation, la ferrure, l'état de la piste, etc...

Chaque type d'effort prédispose à telle ou telle pathologie.(par exemple, en sport équestre, les douleurs dorsales reviennent souvent) .

Déjà, rien que dans leurs physionomies, les chevaux sollicitent leur dos d'une manière complètement différente de celle de l'homme. Le premier, à quatre pattes, travaille son dos en flexion-extension alors que le second , debout , sollicite le sien plus en tassement. Par conséquent, des conditions biomécaniques différentes entraînent des pathologies différentes.

L'allure du "trot", encourage les dorsalgies, dans le sens où le dos, très sollicité, doit garder souplesse et rigidité pendant la phase de propulsion vers l'avant engendré par la poussée des postérieurs. Le dos joue, ici, un rôle de transmission.

Ces affections du rachis, sont maintenant bien connues, mais souvent sous-estimées. En effet, leur diagnostic est peu aisé du fait de leur complexité mécanique et structurale, ce qui rend leur approche délicate.

Il est difficile d'être parfaitement objectif sur l'interprétation d'une dorsalgie, par l'intermédiaire d'un examen manuel ou même radiographique. De plus, les douleurs dorsales sont la plupart du temps secondaires à des arthralgies plus basses, à l'étage des membres et sur lesquelles le praticien s'attarde bien souvent. De ce fait, les pathologies dorsales associées sont régulièrement sous diagnostiquées.

Cependant un traitement est souvent proposé. De nombreux médicaments sont efficaces sur ce type de douleur, mais l'on est tout de suite confronté à des problèmes de dopage ou de délais d'attente toujours trop longs pour l'entraîneur qui avait envisagé une compétition au cours des jours suivants.

Pour contourner ce problème, de nombreux vétérinaires-chercheurs se sont penchés sur l'élaboration de techniques adjuvantes ou alternatives. Ainsi, l'acupuncture, la chiropraxie, l'hydrothérapie, l'électrothérapie, la thermothérapie... et le massage représentent l'essentiel des nouvelles approches, s'insérant dans la gestion médico-sportive du cheval.

Ces méthodes, dans l'ensemble, sont récentes et restent peu étudiées, avec une efficacité qui n'est pas encore réellement établie. Il apparaît donc intéressant d'étudier la validité de ces méthodes, qui si elles ne supplantent pas les substances médicamenteuses, peuvent contribuer à un meilleur confort de l'athlète cheval.

Dans le cadre d'une carrière sportive, l'homme est beaucoup mieux suivi. Il est entouré, au quotidien, par son entraîneur, mais également par le médecin du sport et le kinésithérapeute. Toutes ces techniques sont donc plus répandues chez le sportif humain. Notamment " le massage" est pratiqué de manière courante chez les cyclistes, les footballeurs, et tous les athlètes de haut niveau.

Les praticiens confèrent aux différentes techniques de massages de nombreux effets

:

- des actions locales telle une modification du tonus musculaire et une vasodilatation périphérique.

- des actions centrales telle une modification du tonus Parasympatique, ainsi que des effets psychomoteurs.

Bien qu'aucune étude scientifique n'ait permis, pour le moment, de mettre tout cela en évidence, il nous semble intéressant après des rappels de physiologie de l'exercice, de la pathologie musculaire induite par l'exercice, des techniques, intérêts et limites du massage, d'aborder une étude expérimentale visant à valider une technique de massage au moyen d'un appareil : le LPG équin. Après sélection de 16 chevaux au sein d'une écurie de trotteurs , deux groupes (un groupe de chevaux massés et un groupe témoin) ont été formés en appariant les individus deux à deux d'un point de vue de l'âge, du stade d'entraînement et de leurs qualités.

Les massages ont été pratiqués sur une période de 6 semaines, à raison de deux massages par semaine quatre heures après les séances d'entraînement. Différents critères : clinique, biochimique et notamment enzymatique (cinétique des CPK), des paramètres physiologiques (tel FC et FR) ont été évalués pour chaque individu avant, pendant et après la période de massage. Les différences observées selon les lots ont ensuite été étudiées afin de qualifier et de quantifier l'effet du massage en comparant le lot de chevaux massés au lot de chevaux non massés.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. RAPPELS DE PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE

I.A. ADAPTATIONS MUSCULAIRES

I.A.1. Rappels histologiques

I.A.1.a. Structure générale du muscle strié squelettique (*67)

Le muscle est constitué de cellules très allongées ou fibres musculaires elles-mêmes formées de myofibrilles, qui sont un agencement de Myofilaments constitués de protéines contractiles, principalement l'Actine et la Myosine. Le Sarcomère constitue l'unité fonctionnelle de la fibre musculaire.

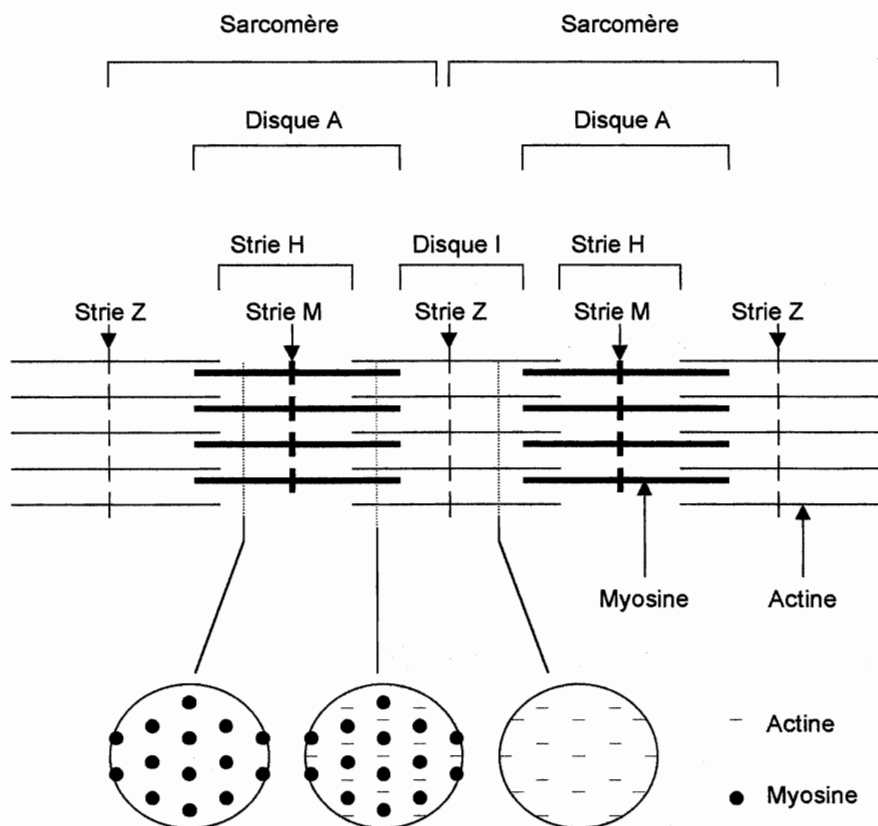
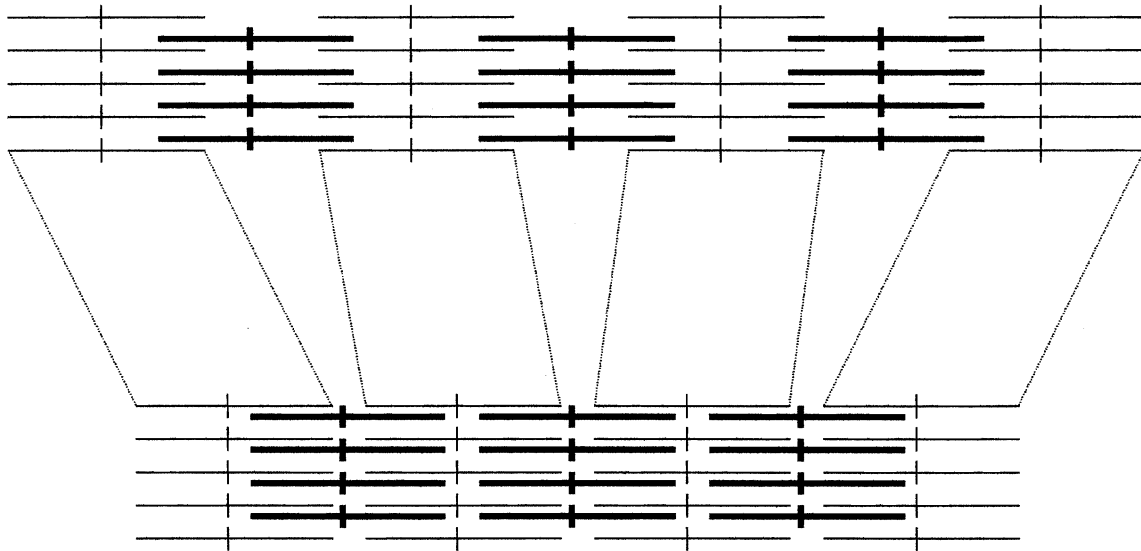


Schéma 1 : Disposition des myofilaments dans le sarcomère d'après Paul R WHEATER (*67)

MYOFIBRILLE A L'ETAT RELACHE



MYOFIBRILLE A L'ETAT CONTRACTE

Schéma 2 : Disposition des myofilaments dans le sarcomère avant et pendant l'état de contraction (*67).

I.A.1.b. Les différentes fibres musculaires

D'un point de vue fonctionnel, les cellules musculaires ne constituent pas un tissu homogène. Les fibres se différencient par des caractéristiques physiologiques (vitesse de contraction, utilisation préférentielle du métabolisme aérobie ou anaérobie...), histochimiques (réaction à la Myosine ATPase) et biochimiques (activité des enzymes glycolytiques et oxydatives). Il existe une corrélation entre les propriétés mécaniques et les caractéristiques histochimiques et morphologiques des

différentes fibres. On distingue ainsi, comme indiqué dans le **tableau 1**, les fibres rouges ou lentes (I) des fibres blanches dites rapides (IIa, IIb, IIc). (*5, *59, *67)

Les fibres I se caractérisent par :

- * leur richesse en mitochondries et en enzymes oxydatives : leur métabolisme est exclusivement aérobie.
- * leur teneur en myoglobine et leur capillarisation importante (d'où une meilleure diffusion de l'oxygène).
- * leur résistance importante à la fatigue.
- * la teneur en ATPase myofibrillaire faible.

Les fibres IIa se caractérisent par :

- * leur métabolisme mixte : aérobie, anaérobie.
- * leur bonne résistance à la fatigue grâce à une capacité oxydative élevée.
- * leur contraction rapide dont la force est élevée (teneur en ATPase élevée).

Les fibres IIb se caractérisent par :

- * leur métabolisme exclusivement anaérobie.
- * leur vitesse et force de contraction très élevées.
- * leur faible résistance à la fatigue.

Les fibres IIc correspondent à des fibres intermédiaires entre les fibres IIa et les IIb.

| | Type I | Type IIa | Type IIb |
|-------------------------------|--------|----------|----------|
| Activité de la Myosine ATPase | + | +++ | +++ |
| Orientation Métabolique : | | | |
| Glycolyse | + | ++ | +++ |
| Oxydation | +++ | ++ | + |
| Substrats utilisés : | | | |
| Glycogène | ++ | ++ | ++ |
| Triglycérides | ++ | + | + |
| Environnement Vasculaire | +++ | ++ | + |
| Surface des fibres | ++ | +++ | + |
| Force de Contraction : | + | ++ | +++ |
| Résistance à la fatigue | +++ | ++ | + |

Tableau 1 : principales caractéristiques des fibres musculaires

I.A.1.c. Variation génétique de la typologie

Il existe cependant un important facteur génétique dans la typologie des fibres musculaires. Comme le montre le **tableau 2**, chez le cheval, les pourcentages des différents types de fibres musculaires ont été assez bien déterminés et rendent compte des facultés sportives sélectionnées dans les différentes races.

| | n | I | Ila | Ilb | Ila+Ilb |
|---------------|----|------|------|------|---------|
| Quarter Horse | 28 | 8,7 | 51 | 40,3 | 91,3 |
| Pur Sang | 72 | 9,9 | 58,9 | 26,8 | 85,7 |
| Arabe | 6 | 14,4 | 47,8 | 37,8 | 85,7 |
| Trotteur | 17 | 20,9 | 52,4 | 31,2 | 83,6 |
| Poney | 12 | 22 | 39,9 | 38,1 | 78 |
| Hunter | 7 | 30,8 | 37,1 | 37,8 | 74,9 |
| Ane | 5 | 24 | 38,2 | 32,1 | 70,3 |

Tableau 2: composition du muscle glutéal moyen (fibres I, Ila, Ilb en %) chez différents équidés d'après **Snow (*59)**

La population d'équidés étudiée ci-dessus est constituée d'animaux non soumis à l'entraînement.

Il apparaît ainsi que le Quarter-Horse peut être considéré comme un sprinter sur courte distance alors que le Pur Sang et le Trotteur sont plutôt des sprinters longs adaptés à des courses de 1500 à 3000 m.

A contrario les chevaux présentant la plus forte proportion de fibres I sont les mieux adaptés aux exercices d'endurance.

En fait, les races actuelles de chevaux de sang résultent d'une longue sélection zootechnique basée sur les résultats des épreuves subies par chaque sujet. Il existe donc une adaptation génétique certaine, aux efforts demandés.

En effet le Trotteur est sélectionné par son attitude à trotter vite, ce qui revient à effectuer un effort musculaire prolongé à une allure artificielle qui est le trot de course, alors que le Pur Sang doit, lui, posséder intrinsèquement la vitesse pure. Ce dernier apparaît donc comme un sprinter pur alors que l'on peut considérer le trotteur, (ses distances et durées de course étant plus longues), comme un coureur de demi-fond (***41**)

I.A.2. Rappels de physiologie de la cellule musculaire

La caractéristique fonctionnelle essentielle de la fibre musculaire est sa contractibilité. La contraction concentrique (#raccourcissement) s'effectue par glissement des Myofilaments épais (#Myosine) par rapport aux filaments fins (#Actine). Ainsi, l'ensemble des Sarcomères des fibres musculaires se raccourcissent de manière synchrone, la longueur du muscle diminue.

L'arrivée d'un influx nerveux à la fibre musculaire, par le biais de la jonction neuro-musculaire, déclenche une cascade de phénomènes biochimiques qui aboutissent à la contraction. (Cf Schéma 3)

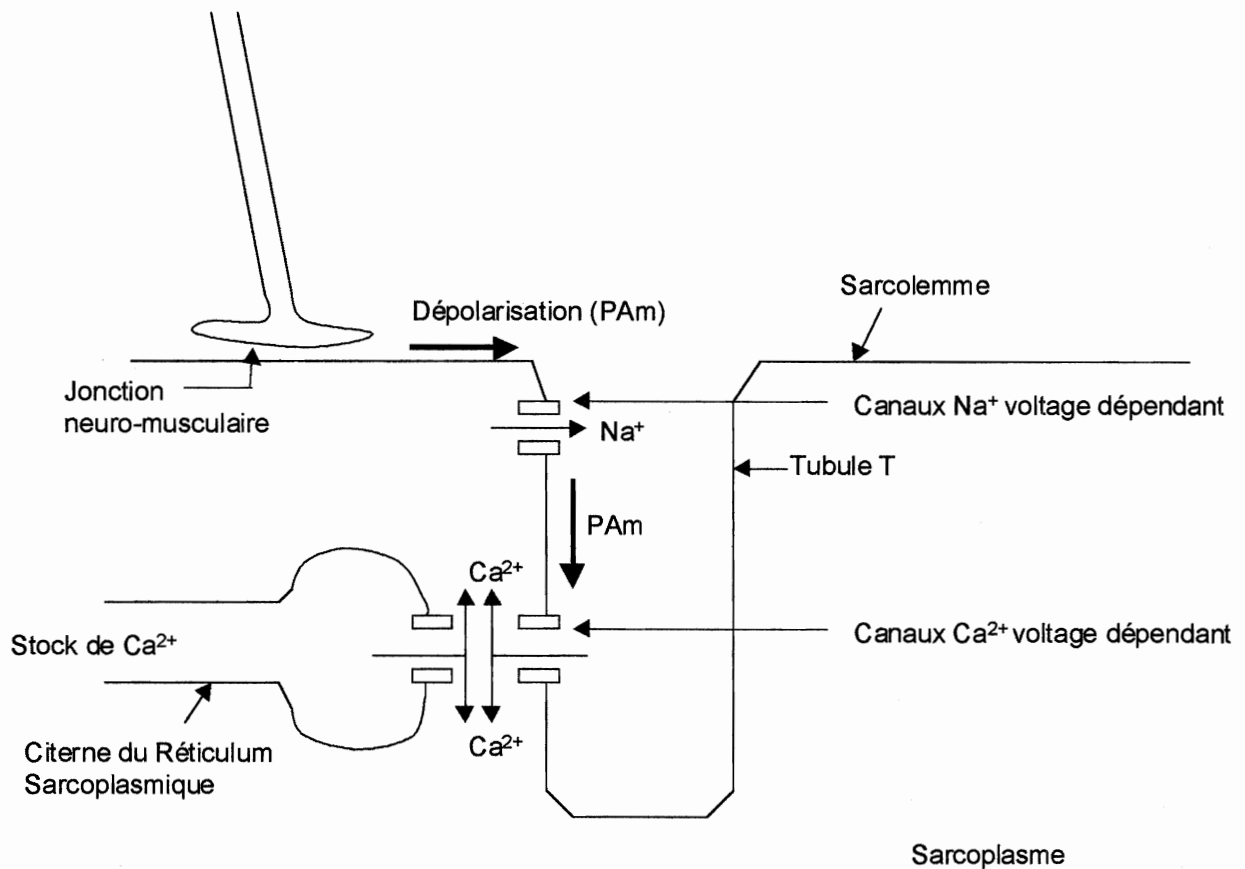


Schéma 3 : dépolarisation de la cellule musculaire, concentration du calcium dans le sarcoplasme

En effet, l'arrivée de l'influx nerveux au niveau du synapse neuromusculaire crée une dépolarisation du Sarcolemme. Ce potentiel d'action moteur (**PAm**) se déplace sur cette dernière pour atteindre les canaux voltage dépendant qui entraîneront une sortie de Na^+ de la cellule et une entrée massive de Ca^{2+} dans le sarcoplasme.

La repolarisation de la cellule musculaire se fait selon le **Schéma 4**

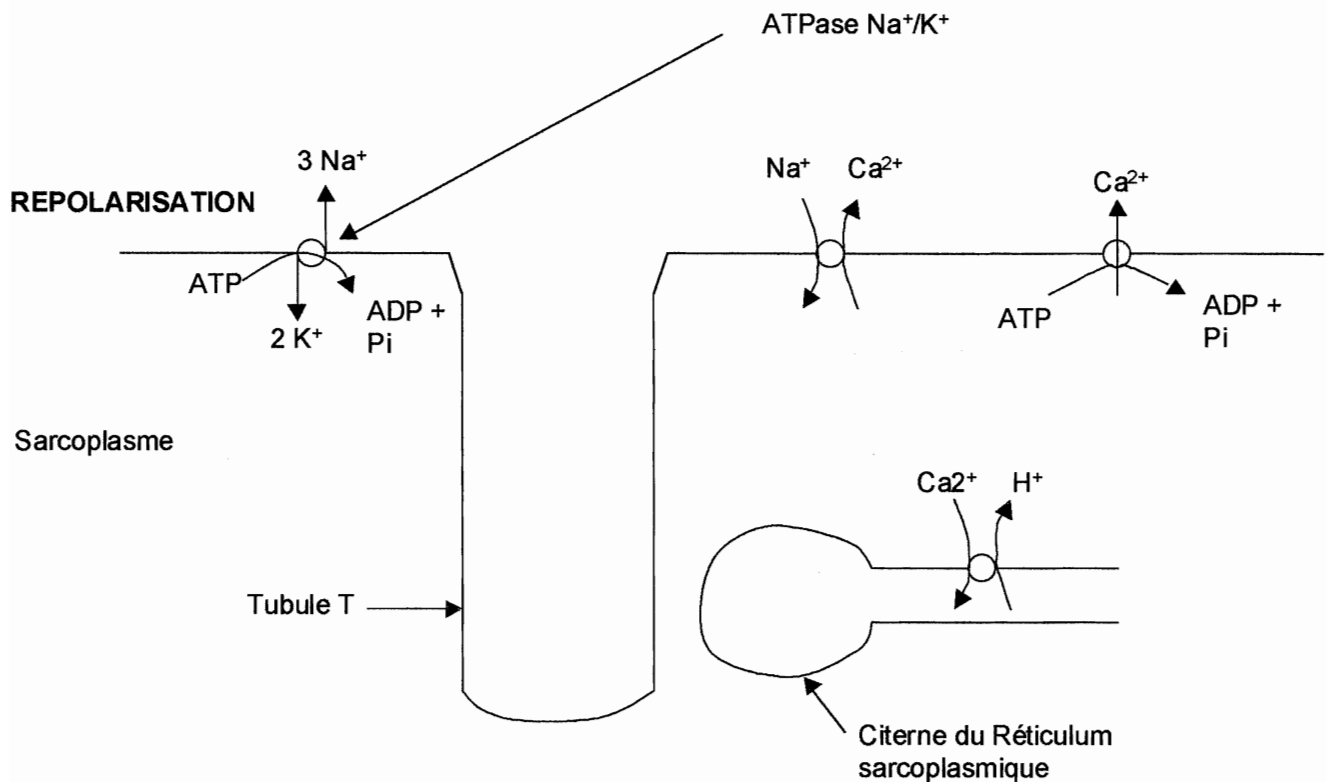


Schéma 4 : repolarisation de la cellule musculaire

Au niveau moléculaire, le glissement relatif des myofilaments correspond à une succession d'accrochages, de bascule et de détachement des ponts entre filaments d'Actine et de Myosine. Chaque accrochage et mouvement d'un pont d'Acto-Myosine consomme une molécule d'ATP. De même, le décrochage du pont nécessite une molécule d'ATP. L'ATP intervient donc dans l'association et la dissociation cyclique de l'Actine et la Myosine et son hydrolyse est permise par l'activité ATPasique de la Myosine. L'hydrolyse de l'ATP fournit également l'énergie nécessaire au recaptage du Ca^{2+} cytoplasmique par le réticulum sarcoplasmique lors de la relaxation musculaire. (Cf **Schéma 4**)

En effet, les ions calcium sont concentrés dans la lumière du réticulum sarcoplasmique. L'excitation du sarcolemme de la fibre musculaire s'étend au sarcoplasme par le système T (Système transversal de tubules formés par des invaginations de la membrane plasmique de la cellule et entourant les myofibrilles dans la zone de jonction entre disques A et I.). Ceci provoque la libération d'ions calcium à partir du réticulum sarcoplasmique dans le sarcoplasme entourant les myofilaments. Ces ions déclenchent le mécanisme de glissement filamentaire, ce qui a pour résultat la contraction musculaire.

I.A.3. Entraînement et adaptations musculaires

I.A.3.a. Adaptation cellulaire

L'augmentation de la masse musculaire du sportif humain est essentiellement due à une hypertrophie cellulaire bien qu'un phénomène d'hyperplasie semble exister. Cette hypertrophie est cependant largement dépendant du type d'entraînement subi. En effet, chez les athlètes d'endurance, elle est limitée car les fibres lentes ont une taille inférieure à celle des fibres rapides afin d'optimiser la diffusion de l'oxygène et des déchets métaboliques.

Chez le Trotteur, cette hypertrophie des fibres musculaires existe aussi et l'importance de la masse musculaire serait corrélée positivement à la performance (*26)

I.A.3.b. Adaptation vasculaire

Elle repose essentiellement sur un phénomène d'augmentation de la capillarisation du tissu musculaire. Le muscle squelettique s'adapte à l'entraînement en élevant sa densité capillaire. Cette augmentation de l'angiogénèse apparaît très vite dès le début de l'entraînement. Chez l'homme, 4 jours de stimulation électrique, à raison de huit heures par jour, provoquent déjà un accroissement de 20 % de la densité capillaire dans le muscle stimulé (*28). Sa fonction physiologique consiste à

réduire la distance de diffusion des gaz et des substrats, de manière à faciliter les échanges entre le milieu sanguin et la fibre musculaire. La consommation d'oxygène du muscle est ainsi améliorée.

I.A.3.c. Adaptation du pouvoir tampon plasmatique

Durant l'exercice anaérobie, l'effet délétère de l'accumulation d'ions H^+ dans le cytoplasme et de l'acidose correspondante est en partie contrée par différents systèmes tampons dont le principal est représenté par des bicarbonates. D'autres substances sont impliquées : certaines protéines, des dipeptides et les phosphates inorganiques.

Ce pouvoir tampon serait, pour certains (*32, *54), un élément clé de la performance en sprint c'est-à-dire en exercice hautement anaérobie. Les différentes études portant sur l'influence de l'entraînement sur le pouvoir tampon ont montré, chez le cheval, une adaptation qualifiée, selon les études, de légère à marquée (*59)

I.A.3.d. Adaptation typologique

Différentes études ont montré que, chez l'homme, on trouve autant de fibres rapides que de fibres lentes chez un sujet sédentaire alors que l'on observe un pourcentage prédominant de fibres I (lentes) chez les sportifs de haut niveau spécialisés dans les efforts de longue durée. Pour les sprinters, ce sont au contraire les fibres II (rapides) qui dominent.

Il existe donc une modification de la typologie musculaire induite par la pratique du sport mais aussi par la discipline exercée. Ainsi les exercices de longue durée entraînent une augmentation des capacités oxydatives ainsi qu'une transformation des fibres rapides en fibres lentes.

En ce qui concerne les exercices de force et de vitesse, il semble au contraire que l'adaptation musculaire consiste davantage en une augmentation des capacités glycolytiques et en une hypertrophie des fibres musculaires plutôt qu'en une transformation de fibres lentes en fibres rapides. Les qualités d'un sprinter seraient surtout acquises.

Tout ceci est semblable chez le cheval et en particulier le trotteur. Ainsi au terme d'une période d'entraînement, la distribution relative des fibres est modifiée dans le

sens d'une augmentation des fibres I et IIa ainsi qu'une diminution des fibres IIb. Cette conversion des fibres IIb en fibres IIa semble en outre être favorisée par l'âge. (*36)

| | 2 ans non entraînés | A 2 mois d'entraînement | A 4 mois D'entraînement | A 6 mois d'entraînement |
|------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Fibres I | 18,3 (6,1) | 17,1 (7,3) | 21,1 (3) | 25,4 (3,8) |
| Fibres IIa | 35,6 (10) | 39 (5,3) | 46,1 (5,5) | 44,8 (6,1) |
| Fibres IIb | 46,2 (9,1) | 44 (11,4) | 32,9 (4,9) | 29,9 (3,8) |

Tableau 3: Influence de l'entraînement sur la distribution des différentes fibres (en %, (SD)) chez cinq trotteurs de 2 ans d'après Henckel.(*36)

Notons enfin que d'importants facteurs héréditaires et donc individuels interviennent aussi comme le montre la variabilité de la proportion de chaque fibre sur des poulains non soumis à l'entraînement.

I.B. EXERCICE ET LESIONS MUSCULAIRES

I.B.1. Les différents types lésionnels

De nombreuses classifications des lésions musculaires ont été établies en médecine sportive humaine (*15). De manière générale, on peut distinguer les entités pathologiques dites mineures c'est-à-dire entraînant des lésions ultrastructurales de la fibre musculaire sans modification histologique de celle-ci, des affections dites majeures c'est-à-dire caractérisées par la rupture de quelques fibres musculaires, de tout un faisceau ou encore du corps musculaire dans sa totalité. De gravité moindre, les myalgies sans lésions histologiques sont le plus souvent négligées et difficilement identifiables (le seul signe clinique observable chez le cheval sera une raideur plus ou moins importante disparaissant d'elle même en quelques jours) et demeurent donc, en général, non traitées.

Par contre, les affections dans lesquelles interviennent de véritables lésions des fibres musculaires ont été largement étudiées chez le cheval, tant dans leur étiologie que dans leur clinique ou leur traitement.

En cas de suspicion de myalgie, l'examen clinique du dos doit comporter trois temps : (*21)

-L'inspection pour détecter des signes locaux (conformation, amyotrophies, courbures de l'axe vertébral)

-La palpation-pression (superficielle puis profonde) pour apprécier les zones de chaleur, de spasme et de sensibilité superficielle

-La mobilisation pour évaluer l'amplitude des déplacements induits et rechercher les douleurs

I.B.1.a. Myalgies mineures

I.B.1.a.i. Définition et clinique des myalgies à lésions cellulaires

Tout athlète humain ou équin a ressenti ou ressentira un jour des douleurs musculaires lors d'un parcours inhabituel, d'un effort excessif ou au début d'entraînement. Ces myalgies dénommées en médecine humaine : crampe, courbature, contracture, présentent des similitudes dans leurs mécanismes d'apparition , dans les lésions ultrastructurales observées et dans leur traitement. Leur clinique est par contre un peu plus spécifique. Ces atteintes musculaires micro-traumatiques sont fréquentes et créent un handicap fonctionnel sans qu'aucune lésion visible ne soit constatée. Chez l'athlète équin , la clinique ne permet généralement pas de différencier autant ces entités pathologiques musculaires qui ne sont pas véritablement prises en compte car elles s'expriment par une clinique non caractéristique et très transitoire.

Elongation musculaire : correspond à une désorganisation macromoléculaire de la myofibrille sans lésion histologique visible (= déchirure myofibrillaire)

La crampe : est une contraction paroxystique, intense, très douloureuse, transitoire et spontanée d'un muscle, de durée variable et toujours résolutive. La crampe dure

généralement quelques secondes mais l'intensité de la contraction est telle que la consistance du muscle a été parfois comparée à celle du bois.

La courbature : correspond à un phénomène douloureux diffus dans différents groupes musculaires, très désagréable, avec impression d'avoir été roué de coups. Après un effort inhabituel, la myalgie apparaît en 12 à 24 heures, elle est d'intensité variable et disparaît 5 à 7 jours après l'exercice déclenchant. La palpation, les mouvements actifs et passifs sont douloureux. L'extension des mouvements est réduite sur sa fin et la contraction isométrique est algique. Le ou les groupes musculaires sont tendus, gonflés et raides.

La contracture : c'est une contraction plus ou moins douloureuse, permanente, inconsciente et involontaire de tout ou une partie d'un muscle ou d'un groupe musculaire, qui ne diminue pas avec le repos et crée une limitation douloureuse du mouvement. On distingue deux types de contractures :

- *La contracture musculaire primitive dite d'hyperutilisation:*

Elle traduit l'exagération pathologique du tonus musculaire. Trois éléments la caractérisent : - c'est une affection musculaire intrinsèque;

- elle concerne un muscle fatigué sans qu'aucune lésion anatomique ne soit observable;
- et enfin, elle induit peu de complications, si le traitement est adapté.

- *La contracture musculaire secondaire dite de défense :*

C'est une contraction réflexe, antagoniste à un stress traumatique ou de position.

Cette contracture est secondaire à un réflexe polysynaptique nociceptif résultant :

- soit d'une atteinte musculaire directe (contusion ou déchirure)
- soit d'une atteinte ostéo-arthro-ligamentaire

Le réflexe d'étirement partant des fuseaux neuro-musculaires serait surstimulé et la thérapeutique consisterait à faire " disjoncter" l'arc réflexe.

Chez le sportif équin, ces pathologies intéressent principalement les muscles glutéaux et dorso-lombaires (*59). Cliniquement, la gêne est légère, on constate généralement une raideur et un défaut d'engagement des postérieurs.

I.B.1.a.ii. Circonstances d'apparition

Les crampes :

On distingue deux circonstances d'apparition :

- les crampes d'effort : un état d'hyperexcitation neuro-musculaire transitoire dans le muscle chaud est observé. La contraction et la douleur cèdent à l'étirement du muscle probablement suite à l'action des influx inhibiteurs provenant des organes tendineux de Golgi (réaction d'allongement de Sherrington)
- Les crampes de repos : elles interviennent sur muscle froid durant les périodes d'entraînement intensif, de retour à l'entraînement ou de sur-entraînement. Elles apparaissent après un échauffement insuffisant, un exercice de type anaérobie stricte entraînant une accumulation de lactates, des déséquilibres hydriques et ioniques. Rentrent aussi dans cette catégorie , les crampes dites de chaleur. Elles apparaissent lors d'un effort d'endurance sous climat chaud et sec. La déshydratation et l'hyponatrémie en sont les principaux responsables.

Chez l'homme, les crampes interviennent dans les muscles distaux. Ce fait explique peut être que le cheval, dont l'anatomie se caractérise par un regroupement plus proximal de ses masses musculaires, connaisse moins ce type de myalgie que l'athlète humain.

Les courbatures :

Les circonstances d'apparition sont, là encore le retour à l'entraînement, un effort anaérobie inhabituel, un exercice d'étirement en phase de reprise. L'apparition des courbatures dépend d'une part de l'intensité et d'autre part de la durée de l'effort, (

l'intensité ayant des répercussions plus importantes sur les courbatures que la durée de l'exercice). Enfin, les efforts dynamiques négatifs dits excentriques (c'est à dire qu'ils créent des lésions des fibres musculaires) produisent plus de courbatures que les efforts dynamiques positifs dits concentriques (sans lésion des fibres musculaires) car les fibres musculaires sont mécaniquement plus sollicitées par les exercices excentriques que concentriques.

La contracture :

Les facteurs favorisant l'apparition des contractures sont très divers, ils sont d'ordre:

- alimentaire (déséquilibre qualitatif)
- hydrique (défaut d'hydratation pendant et après l'effort)
- hygiénique (maladies intercurrentes...)
- sportif (sur-entraînement ou entraînement mal conduit négligeant le travail aérobie, échauffement insuffisant, massages circulatoires post-exercice insuffisants)

I.B.1.a.iii. Modifications ultrastructurales observées

La cellule musculaire striée peut être modifiée dans son ultrastructure par l'exercice physique. Une grande variété de lésions a pu être mise en évidence par la microscopie électronique. Des modifications ultrastructurales du disque Z, de l'organisation myofibrillaire et du réticulum sarcoplasmique ont été observées. Suite à la contrainte de l'exercice, la cellule lésée présente des lignes Z irrégulières et épaisses; les sarcomères ne sont plus disposés régulièrement et perdent leur configuration normale. En fait les lésions sont souvent observées au niveau de la strie Z car elle représente le point faible du sarcomère. Il résulte de l'étirement musculaire (en particulier lors d'exercice excentrique) une déhiscence de la strie Z. On a remarqué que les fibres de type II (rapides) étaient, chez l'homme, trois fois plus atteintes que les fibres I (lentes) et que les lésions se situaient à proximité de la jonction myo-tendineuse.

On suppose que les fibres I possèdent des mécanismes de maintien structurel plus fort, puisqu'elles possèdent des bandes Z plus larges.

I.B.1.a.iv. Pathogénie

En fait les mécanismes pathogéniques de ces différentes entités sont imparfaitement connus et de nombreuses hypothèses ont été émises : (*3, *7, *14, *30)

- Troubles hydro-électrolytiques tels que la déshydratation extracellulaire, l'hypokaliémie
- L'acidose locale liée à la production d'acide lactique, provoquerait une dépolarisation transitoire du sarcolemme, laissant fuir le Ca^{2+} vers les myofibrilles. La libération du calcium activerait ainsi la myosine et l'actine accroissant l'activité musculaire et l'intensité de la contraction.
- Mécanismes biochimiques d'accumulation de déchets métaboliques entraînant un dysfonctionnement cellulaire.
- Lésions myofibrillaires liées à l'étirement de la strie Z qui provoqueraient l'apparition de composés protéiques intervenant dans les phénomènes ioniques et induisant un œdème musculaire, dans le cas d'une élongation.
- Activation de terminaisons nerveuses libres autour des fibres musculaires qui seraient des récepteurs nociceptifs faisant intervenir des médiateurs chimiques : pain factor, PGA..., substances libérées lors des dommages cellulaires
- Diminution des stocks énergétiques (phénomènes improbable chez le cheval vu l'importance de ces stocks)
- Intervention des radicaux libres

Remarque :

L'acide lactique rendu longtemps responsable de " l'intoxication " du muscle intervient sûrement dans le phénomène mais n'en est pas le seul responsable puisque son taux plasmatique revient à la normale 15 à 30 min après la fin de l'effort (suivant le pic de lactatémie atteint) . Le lactate, issu de la glycolyse en anaérobiose, est le résultat d'une production d'énergie en l'absence d'oxygène mais cette molécule n'est pas sans toxicité pour la cellule. L'accumulation de lactates entraîne une diminution de PH allant jusqu'à des valeurs de 6,4-6,6 et donc des perturbations enzymatiques et ioniques au niveau de la cellule musculaire.(Cf **Schéma 5**) Les ions H^+ modifient l'activité enzymatique, ainsi la fatigue musculaire est en partie due à une insuffisance de rephosphorylation de l'ADP en ATP, entraînant du même coup une diminution de la contraction.

Par ailleurs, la corrélation entre la concentration en potassium plasmique et le pic de lactate plasmique permet d'émettre l'hypothèse selon laquelle les déséquilibres ioniques en K^+ sont augmentés par le métabolisme anaérobie. Il a été suggéré que l'accumulation de lactates et d'ions H^+ augmente l'osmolarité de la cellule musculaire et par conséquent affecterait la captation des ions K^+ libérés lors de la contraction musculaire. Cet échec de recapture des K^+ serait aussi causé par l'inhibition de la pompe Na^+-K^+ de la membrane de la cellule musculaire.

Enfin des altérations de la fonction du réticulum sarcoplasmique (capture et relargage des ions Ca^{2+}) s'ajouteraient aux modifications précédemment décrites. Une fois dans le sang, les déséquilibres acido-basiques s'orientent là encore vers une acidose métabolique importante.

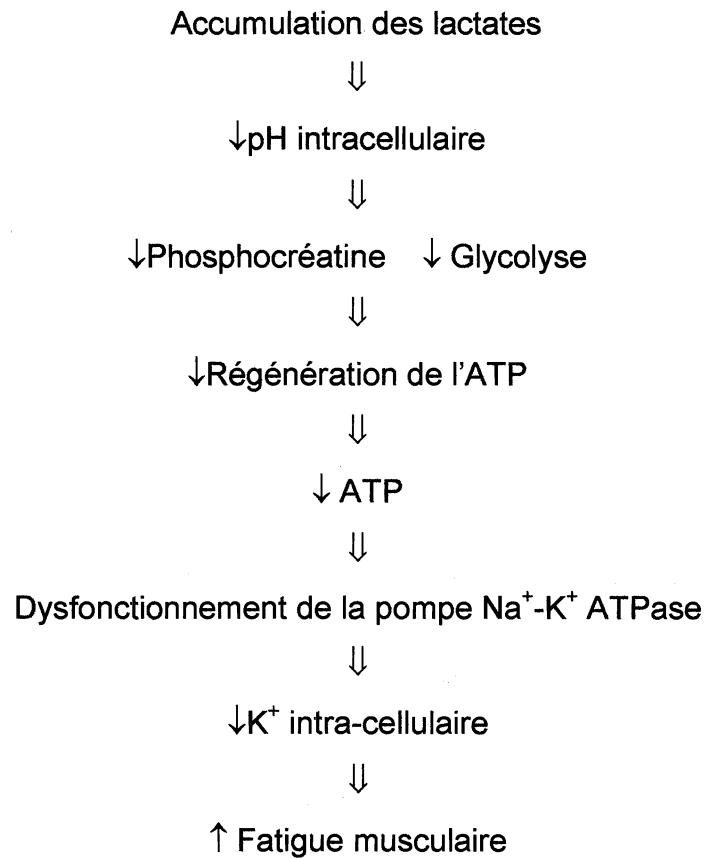


Schéma 5 : Hypothèse du rôle de l'accumulation de H⁺ dans la fatigue musculaire d'après **SAHLIN (*54)**

I.B.1.a.v. Prévention et traitements

Quelque soit la myalgie en cause, les consignes préventives restent sensiblement les mêmes :

- L'entraînement (ou sa reprise) doit être progressif.
- La charge de travail et le calendrier sportif sont à adapter à l'athlète.

- Le travail aérobie ne doit pas être négligé.
- Un échauffement long accompagné d'étirements est toujours recommandé.
- La récupération active doit être suffisante.
- Une alimentation équilibrée est indispensable.
- L'apport hydrique doit être optimal.

Dans le cadre des contractures secondaires, la prévention passe par la connaissance du facteur déclenchant : affection locomotrice proximale ou distale, douleur vertébrale...et si possible par sa résolution préalable.

De manière générale, les traitements de ces douleurs musculaires consistent en :

- Du repos ou au moins une diminution de l'activité sportive
- L'application locale de gels ou de pommades décontracturantes à base de substances comme les benzodiazépines myo-relaxante (type tétrazépam, PANOSnd), les myo-résolutifs non benzodiazépinique (type thiocolchicoside, MIORELnd) ou encore des anti-inflammatoires non stéroïdiens.
- L'application de chaleur par exemple en cataplasme
- Des massages : doux et relaxants dans le cas des crampes, massages musculaires d'appel avec drainage lymphatique dans le cas de courbatures.
- D'autres méthodes de kinésithérapie ou physiothérapie, comme l'électrothérapie antalgique dans le cas de contractures.

En ce qui concerne spécifiquement la crampe, le traitement essentiel consiste en des étirements progressifs du muscle, en plus des massages locaux avec des gels ou des pommades. Lors de crampes de chaleur, généralement chez les chevaux

d'endurance après une course dans des conditions climatiques extrêmes, une fluidothérapie adaptée peut être nécessaire.

Ces affections musculaires, bien que peu graves et rétrocedant assez facilement, peuvent cependant être des éléments d'inconfort chronique chez le sportif équin. Les plus communément rencontrées chez le cheval semblent être les courbatures et les contractures secondaires pour lesquelles, dans un cas comme dans l'autre, le massage peut être considéré comme une technique antalgique.

I.B.1.b. Myalgies majeures

I.B.1.b.i. Définitions

La médecine sportive humaine classe ces affections en quatre grandes catégories en fonction de l'importance des lésions (*28). On distingue :

- La contusion qui est un écrasement avec éventuellement rupture de quelques fibres musculaires.
- Le « *claquage* » ou déchirure de fibres musculaires qui correspond à une rupture de quelques fibres musculaires avec rétraction de celles-ci, sans atteinte de l'intégrité anatomique du muscle.
- La rupture musculaire partielle avec rupture des fibres musculaires touchant plusieurs faisceaux. Les délabrements sont évidents macroscopiquement.
- La rupture musculaire complète c'est-à-dire la section de la totalité des faisceaux musculaires.

Les lésions de rupture, quelque soit leur taille et le nombre de fibres musculaires lésées obéissent aux mêmes règles du processus inflammatoire. Et si leur importance varie avec la lésion initiale, leur évolution suivra le même cheminement. Comme toute réaction inflammatoire, celle induite par une lésion musculaire se

déroule en trois phases : une phase vasculo-exsudative, une phase cellulaire puis une phase de réparation.

Chez le cheval, on observe le plus souvent une déchirure partielle des fibres ou une rupture musculaire partielle, appelée myosite aiguë ou rhabdomyolyse.

I.B.1.b.ii. Signes cliniques

Les signes cliniques sont évidemment très variables en intensité selon l'importance des lésions musculaires. Les signes cliniques les plus couramment observés sont :

- Une raideur de l'arrière-main allant parfois jusqu'à un refus total de déplacement.
- Une douleur à la palpation des groupes musculaires impliqués (généralement les muscles glutéaux, semi-membraneux et semi-tendineux).
- Des signes habituels du cortège douloureux chez le cheval : sudation, tachycardie, tachypnée.
- Des signes comportementaux de douleur mimant parfois ceux d'un épisode de colique.
- Une coloration foncée des urines liée à une myoglobinurie.

I.B.1.b.iii. Circonstances d'apparition

Les myosites aiguës sont, le plus souvent, des affections multifactorielles (*38). Parmi les facteurs favorisant ou déclenchant, on retrouve classiquement :

- Un exercice trop intensif ou faisant suite à une immobilisation
- Une alimentation trop riche en énergie (céréales)
- Un état d'entraînement insuffisant
- Des facteurs individuels (familiaux ou raciaux)
- Des déséquilibres électrolytiques de type alcalose métabolique hypochlorémique ou acidose métabolique).
- Des suites d'anesthésie générale hypotensive avec des agents fluorés.

De manière plus anecdotique, une corticothérapie ou des déséquilibres endocriniens de type hypothyroïdisme peuvent favoriser l'apparition de myosites d'effort. (*2, *3, *15)

I.B.1.b.iv. Approche thérapeutique

L'approche thérapeutique dépend de la sévérité et de l'évolution des signes cliniques et des lésions musculaires. Le traitement entrepris doit permettre dans la mesure du possible :

- D'arrêter les dommages musculaires.
- De limiter la douleur et l'anxiété.
- De corriger les déséquilibres hydriques et électrolytiques.
- De maintenir la diurèse et la fonction rénale.

La mise au repos avec un confinement est la première des priorités. Dans le cas d'une myosite légère, l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, la mise en œuvre d'une fluidothérapie orale ou intra-veineuse peut suffire. Cette dernière permet d'améliorer la perfusion musculaire, l'élimination des médiateurs inflammatoires et des métabolites, la perfusion rénale et l'excrétion de la myoglobine. Dans le cas d'une myosite plus sévère, il est préférable d'y ajouter un anxiolytique et un relaxant musculaire.

I.B.2. Utilisation pratique des paramètres biochimiques musculaires

L'intérêt des profils biochimiques musculaires en médecine sportive réside essentiellement dans le diagnostic de certaines affections liées à l'exercice.

L'évaluation régulière de ces paramètres ne permet pas de renseigner sur l'état d'entraînement d'un athlète ni d'estimer sa condition physique.

Une étude concernant l'influence de l'entraînement sur les enzymes musculaires chez le trotteur n'a pas permis de montrer des différences significatives des taux d'enzymes musculaires au repos et après l'exercice selon le stade d'entraînement (*52)

I.B.2.a. Les enzymes musculaires

Ce sont les paramètres les plus classiquement mesurés dans l'évaluation de l'intégrité des cellules musculaires (*6). Il s'agit de la créatine-kinase ou CK : EC.2.7.3.2 et de la transaminase glutamique-oxaloacétique (SGOT) ou aspartate aminotransférase (ASAT). Ces enzymes musculaires sont des protéines contenues dans les fibres musculaires au sein desquelles elles remplissent un rôle de catalyseur des réactions bioénergétiques impliquées dans la contraction musculaires. Une activité physique excessive, une sensibilité musculaire accrue sous l'action de différents facteurs (infection virale, suralimentation , facteurs hormonaux...) voire une lésion musculaire (myosite, rhabdomyolyse) , vont entraîner des modifications de la membrane des fibres musculaires. Une simple augmentation de perméabilité se traduira par un passage modéré des enzymes musculaires dans le sang, une destruction cellulaire par un relargage massif de grandes quantités d'enzymes dans le torrent sanguin. Un prélèvement sanguin sur tube sec ou hépariné (le dosage se fait à partir du sérum) permet donc d'évaluer la concentration sérique en CK et ASAT et donc de juger de la gravité de l'atteinte musculaire. La LDH, lactate deshydrogénase, augmente aussi après lésion musculaire mais moins spécifique que la CK et ASAT.

I.B.2.b. Valeurs de référence

Au repos, (analyse à 30°) la CK présente des valeurs généralement inférieurs à 150 UI/l, la SGOT à 350 UI/l. Un exercice musculaire bien toléré ne doit pas provoquer d'augmentation de la SGOT, la CK pouvant augmenter modérément (jusqu'à 300 UI/l) .(*53)

En cas de pathologie musculaire, la CK peut s'élever de manière considérable (jusqu'à des valeurs supérieures à 100 000 UI/l dans les rhabdomyolyses graves). La SGOT augmente moins (maximum : 5 000-6 000 UI/l) mais son élévation est davantage reliée à la gravité clinique de l'affection. Ces valeurs de référence, en particulier les valeurs de repos sont largement variables en fonction de la technique de dosage, d'où la nécessité de toujours s'adresser au même laboratoire si l'on souhaite comparer des résultats entre eux.

I.B.2.c. Chronologie des prélèvements

Le pic d'activité et la cinétique d'élimination des enzymes musculaires dans le sérum conditionnent la chronologie des prélèvements. La CK atteint son maximum en trois à quatre heures et retourne à la normale en 24 à 72 heures. La SGOT possède un pic d'activité retardé (24 heures) et une cinétique d'élimination lente (retour à la normale en 7 à 10 jours).

Le suivi des enzymes musculaires en cas de lésion musculaire passe donc par plusieurs prélèvements : le premier au repos, puis 3 à 4 heures après le travail (pic de CK), 24 heures plus tard (retour des CK à la normale et pic de SGOT) et enfin 2 à 3 prélèvements dans les 2 semaines qui suivent (contrôle du retour à la normale de la SGOT). La reprise d'une activité physique après un accident musculaire doit être conditionnée par un retour à la normale des enzymes.

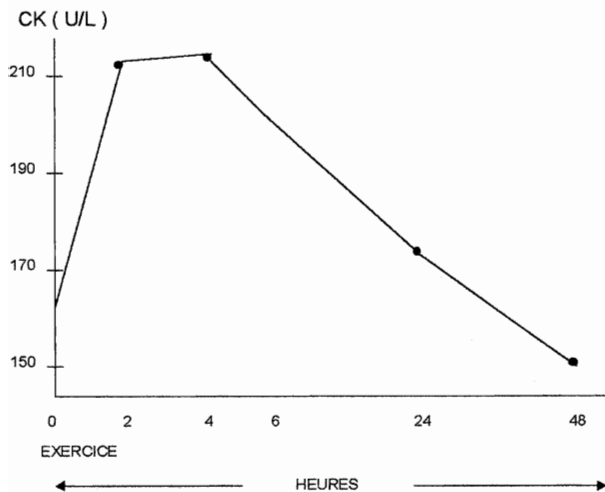


Figure 1 : courbe moyenne des CK après un exercice concentrique, d'après les valeurs du protocole en cours.

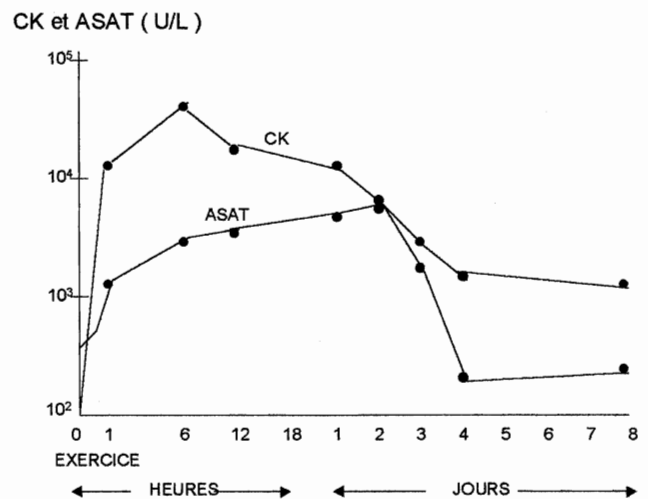


Figure 2 : courbe moyenne des CK après un exercice excentrique d'après SNOW (*59)

II. LE MASSAGE

Le mot « massage » est un des plus vieux mots médicaux existant. On en retrouve des traces écrites datant d'avant la mort de l'empereur HUANG TI en 2598 avant Jésus-Christ.

Des textes anciens « grec et indien » décrivent le massage comme une théorie efficace, et spécialement dans le traitement des blessures sportives ou de guerre. Cette pratique devint courante sous l'empire Romain, mais la décadence sociale, de cette fin de période, ternit l'image du massage pendant plus de cent ans. Ce n'est réellement qu'à la Renaissance qu'il retrouvera ses vertus thérapeutiques aux yeux des hommes. (*31)

La linguistique rattache le mot " masser" aux termes grecque " Massein", traduisant l'action de frotter, ou hébreux " Manech", indiquant le fait de palper, ou encore de l'arabe " Man", de même signification.

L'intervention de la main, dans ce domaine, est donc omniprésente et fondamentale dans le sens où le latin « Manus » = main est proche du mot « Manas » qui, lui, exprime le fait de penser, ce qui n'est peut-être pas un hasard quand on sait ce que l'intelligence est à la main en ce qui concerne le massage. Le toucher, le captage et le coup porté ont enrichi la panoplie du contact que ce soit pour attaquer ou se défendre, pour caresser ou « faire du bien ».

Cet instrument polymorphe, qu'est la main, permet donc à l'homme, et en remontant loin dans son histoire, d'imposer sa volonté de façon plus précise et plus sensible que par l'usage des crocs ou des griffes. (*23)

Le dictionnaire « LAROUSSE » nous donne la définition suivante : « Le massage est l'action de presser, en pétrissant avec les mains ou avec un appareil, différentes parties du corps, pour lui donner de la souplesse, pour enlever la fatigue ou une douleur".

Les applications sont différentes selon la pathologie. Les grands domaines d'utilisation sont la rééducation, la médecine et la médecine sportive.

*En rééducation post traumatologique ou orthopédique, le massage potentialise les autres composants de la séance de kinésithérapie et joue un rôle dans la rénovation sensori-motrice de l'individu.

Le massage peut avoir une action trophique importante. Il limite ainsi la perte de vitalité tissulaire et retarde l'arrivée des atteintes dégénératives; d'où l'intérêt du massage sur des sujets souffrant de rhumatismes.

Lors d'affections inflammatoires, il sera utile, dans les périodes froides, pour regagner le terrain perdu, en travaillant la plasticité des tissus, et pour rétablir le glissement harmonieux des structures fragilisées.

*En médecine, on lui confie un rôle stimulant dans les techniques de facilitation neuromusculaire, notamment dans les atteintes lourdes comme les cas de paraplégies. En pathologie cardiovasculaire, on lui attribue une action sédatrice, intéressante chez des sujets anxieux, une action mécanique dans le cadre de la réanimation et une action de soulagement de la circulation de retour, tant au niveau veineux que lymphatique.

*En médecine sportive, son utilisation a pour but d'optimiser la performance, d'améliorer la récupération physique en augmentant l'apport sanguin au niveau du muscle. De plus, l'effet psychologique n'est pas négligeable et semble important pour la récupération mentale du sportif.

Des chercheurs ont également mis en place toute une cartographie de zones particulièrement réflexogènes (notamment au niveau du tronc) ou de zones correspondant à des atteintes vasculaires, hépatiques, gynécologiques etc...

On se trouve alors à la limite de la « médecine parallèle » qui fut, tout de même, pendant une longue période, le terme que l'on associait au massage. Les personnages, initiateurs de cette association, furent les rebouteux de toute époque, les panseurs ou les masseurs. Aujourd'hui cette corrélation n'a plus raison d'être puisque l'on connaît une réelle évolution des techniques avec une meilleure maîtrise des gestes manuels ou bien avec l'appui de machines.

Cependant le véritable bond en avant correspond à l'élaboration de moyens scientifiques permettant d'évaluer cliniquement et physiologiquement l'efficacité du massage.

Le détail des différentes techniques de massage, leurs indications, ainsi que leurs effets va nous permettre d'avoir une idée plus précise de cette évolution.

Cependant, puisque les avis concernant les différentes données du massage et notamment sur les effets, sont partagés voir contradictoires, il nous faut émettre une réserve. En effet, avec des protocoles d'expérimentations voisins et des méthodes de mesures presque identiques, deux chercheurs peuvent trouver des résultats très différents.

II.A. LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MASSAGE

II.A.1. Techniques de massages manuels (*23)

Actuellement, sont décrits classiquement neuf manœuvres de massage, nuancées ensuite, selon les auteurs, de quelques variations.

II.A.1.a. Pressions glissées superficielles ou effleurages

Ce sont des manœuvres qui s'adressent par nature au revêtement cutané, pour démarrer et finir chaque séance (*31). Elles sont exécutées avec un simple contact de la main, sans pression forte, généralement dans le sens de la pulpe des doigts, dont l'extrémité est plus sensible et plus mobile pour épouser les reliefs.

Elles s'intéressent principalement à la sensibilité superficielle, soit comme simple élément de prise de contact avec une région, soit pour aboutir à une certaine insensibilisation des tissus au bout de quelques instants, par effet hypoesthésiant si la vitesse est lente. Ces effleurages réduisant le tonus musculaire génèrent un état de relaxation général. Ainsi, le patient est mieux préparé pour les traitements suivants.

II.A.1.b. Pressions glissées profondes

Elles ressemblent aux précédentes et ne s'en différencient que par l'emploi d'une pression plus ou moins marquée au niveau de la zone massée. Ces manœuvres s'adressent à des tissus plus profonds, comme le tissu sous-cutané, les muscles, et les plans capsuloligamentaires.

Ce type de massage accélère le flux sanguin et lymphatique, en sollicitant les tissus de drainage, permettant ainsi une réduction de l'œdème existant(*31).

Une variation, consistant à glisser sur la peau la pulpe des cinq doigts écartés, est appelée massage en "peigne". C'est une adaptation morphologique à des régions telles que les zones intercostales et intermétacarpiennes.

II.A.1.c. Pressions statiques

Il s'agit d'une simple pression, localement, qui se résume à un temps plus ou moins rapide d'accentuation de la pression manuelle, un temps de tenu, et enfin un temps de relâchement.

On rapporte deux variantes de ces manœuvres :

→ " Les pressions étagées " sont des pressions identiques mais se succèdent avec un léger déplacement de la ou des mains dans un sens ou dans l'autre.

→ " Les pressions rythmées " : ici, la succession entre deux manœuvres correspond à un rythme choisi.

Ces techniques sont utilisées au niveau des points de contractures musculaires, ou dans des zones de troncs veineux afin d'agir sur la circulation de retour.

II.A.1.d. Les pétrissages

Ce sont probablement les gestes de massages les plus évocateurs de la pratique courante car ils se distinguent facilement et résument tout ce que le profane attend d'un massage, notamment à caractère sportif.

Ces manœuvres illustrent un mouvement simple, celui de pétrir à deux mains et d'effectuer un mouvement de pression alterné des mains, soit sur place soit en progressant dans un sens.

Elles s'appliquent aux parties charnues du corps, en roulant et en s'appuyant sur les structures tissulaires plus profondes.

Deux variantes :

→ " le pétrissage transversal", dans lequel les mains sont placées perpendiculairement à un segment de membre.

→ " le pétrissage longitudinal" dans lequel les mains sont parallèles au membre et progressent alternativement dans l'axe du segment. Ce type de massage est utile pour étirer les zones contractées et les adhérences fibreuses. Il diminue également les spasmes musculaires et ainsi que les œdèmes (*31).

II.A.1.e. Les frictions

En fait, la friction ne correspond pas au frottement d'une zone superficielle mais au contraire au placement fixe de la main sur un secteur. Partant de là, elle se déplace tangentiellement aux tissus tout en restant solidaire du plan cutané. Autrement dit, le massage s'effectue entre ce dernier et un plan plus profond, qu'il soit musculaire ou ligamentaire selon la localisation.

Les frictions s'appliquent directement sur la zone lésée. Les tendons et les ligaments sont traités sous tension, alors que les muscles le sont en position relâchée. L'étirement et la dégradation locale de collagènes causés par la friction permettent un réalignement normal de fibres pendant la phase " remodelage" de la cicatrisation. La friction ne doit pas être apaisante mais doit entraîner une hyperhémie et une réaction inflammatoire locale.

II.A.1.f. Les vibrations

Il s'agit de produire des séries de sollicitations très rapides en aller-retour généralement verticales, par successions de pressions-dépressions.

Les doigts pointés sur les points de tension, c'est un massage despasmant qui s'utilise en technique ponctiforme sur les points d'acupuncture. Il est à pratiquer sur des contractures musculaires très localisées. (*20)

Sa réalisation s'avère techniquement difficile à réaliser et tout praticien est vite limité par sa propre tétanisation.

Cette manœuvre peut être réalisée à l'aide d'une machine, plus efficace que la main.

II.A.1.g. Les percussions

Ce sont des manœuvres de tapotement s'effectuant main à plat ou avec l'extrémité d'un ou de deux doigts. Elles sont riches du point de vue des modulations possibles et donc des effets recherchés :

- Un effet hyperhémiant et stimulant, si elles ont un rythme lent et une intensité forte.

- Sédatif et légèrement sollicitant sur le plan neuromusculaire si elles ont un rythme rapide et une intensité faible.

Entre le massage stimulant d'un sportif et le massage d'une zone d'adhérence ou d'un moignon, on trouve une multitude de nuances.

II.A.1.h. Le massage transversal profond (MTP) " Ponçage" ou " frotte"

C'est un moyen efficace de lutter contre certaines tendinites et douleurs ligamentaires.

Ce massage est une friction exercée transversalement aux fibres lorsque l'on a placé celles-ci préalablement en position d'étirement maximal.

La manœuvre est effectuée généralement par la pulpe de l'index, stabilisée par les autres doigts, à la limite de la douleur tolérable, à un rythme rapide et ce pendant quelques minutes.

L'effet antalgique est obtenu dans les premières minutes et l'on ne doit moduler la technique qu'en se laissant guider par le résultat, même si dans la pratique, on est tenté de varier pour d'autres raisons.

II.A.1.i. " Le palper-rouler"

Manœuvre facile à réaliser, et intéressante dans le sens où elle permet d'apprécier la liberté des plans cutané-conjonctifs. De même, elle peut être utile pour le travail des tissus adhérents. Par contre, le palper-rouler est facilement douloureux. Une intensité trop forte risque de provoquer une cassure des fibres de collagènes ou des capillaires sur des tissus fragilisés.

En conséquence, la prudence est recommandée quant à l'emploi de cette manœuvre.

Parallèlement à ces neuf techniques de base, il existe d'autres formes de massages, qui ne sont en fait que des variations des premières.

On peut citer " le foulage" qui est une manœuvre mélangeant à la fois la pression glissée profonde et la friction, " le décordage" qui lui est un geste proche du précédent mais plus linéaire, etc...

II.A.2. Techniques de massages instrumentaux

II.A.2.a. L'aspirothérapie

Manœuvre " d'aspiration ", qu'il est impossible de réaliser autrement qu'avec un instrument.

Deux champs d'applications existent :

- Soit le massage-décollement des ligaments à chaque fois que leur liberté est restreinte par des adhérences, des rétractions ou des états hypotrophiques divers.
- Soit en endermologie par l'abord de toute la zone cellulograisseeuse dans le cadre de traitements à la limite du massage, c'est à dire en esthétique. (*50)

Le matériel est une tête de soin, dont la mise en œuvre, une fois appliquée sur une peau vaselinée afin de faciliter le glissement, permet l'aspiration d'un pli de tissu cutané automatiquement saisi entre deux rouleaux motorisés qui enroulent et déroulent la totalité de ce pli contenu dans la chambre de dépression (*50).

Le massage ressemble pour beaucoup au palper-rouler effectué manuellement.

II.A.2.b. La pressothérapie

Il s'agit de l'utilisation mécanique d'une pression sur un segment de membre :

- Soit directement à l'aide d'un jet d'air, ce qui est vite traumatisant pour les tissus et les capillaires (*34)

- Soit à l'aide d'un manchon en matière plastique dans lequel le membre est enfilé et qui grâce à une commande électrique, se gonfle et se dégonfle rythmiquement, communiquant ainsi des pressions intermittentes. Celles-ci sont dosées en durée, en rythme, en intensité et parfois couplées au rythme cardiaque.

II.A.2.c. La vibrothérapie

Ce type de massage superficiel est permis par l'utilisation de vibrateurs ou vibromasseurs. Ces instruments, appliqués sur la peau, entraînent une série de secousses (de très fines à très grossières) des plans cutanés et sous-cutanés.

Ils sont parmi les seuls appareils à être plus efficaces que la main dans le cadre d'un massage applicable à l'homme. Les ébranlements détendent et relâchent le muscle en éliminant également les états d'hypertonie musculaire. Ainsi ils sont indiqués en relais dans les sollicitations sportives fortes.

Par contre les vibrations ultrasoniques, à l'aide d'un appareil à ultrasons, entraînent un micromassage dans la profondeur des tissus. Selon le type d'ondes émises, les effets sont fibrolytiques, anti-inflammatoires ou thermiques. Ils sont appliqués soit directement par une " tête de quartz" (*23) enduite d'un produit de contact, soit indirectement par l'intermédiaire de l'eau, dans un pédiluve ou un manuluve. Ils ne remplacent pas l'action de la main, mais ajoutent un élément spécifique dans le traitement de certaines affections, notamment traumatiques.

II.A.2.d. Techniques anecdotiques

II.A.2.d.i. L'hydrothérapie

Le massage avec un jet d'eau, variable selon sa pression, son débit et le mouvement auquel il peut être associé, est une rubrique complète de la massothérapie. Il peut être employé à l'air libre sous forme de douche, ou bien sous l'eau, ce qui modifie son comportement avec des effets de remous, de turbulence, qui sont autant de variations ajoutées à la balnéothérapie. Le massage par jet d'eau tiède, favorise le relâchement des protéines du tissu musculaire et stimule la capacité neuromusculaire (*64). Par contre, il est délicat de savoir si les effets engendrés sont dus au massage ou à la température élevée de l'eau.

II.A.2.d.ii. Le cryomassage

L'application d'une vessie de glace peut être considérée et utilisée en massage sur des escarres, par exemple. Ces manœuvres visent la partie de peau vivante qui borde la surface nécrosée et va se trouver soumise, outre la stimulation mécanique, à un effet réactionnel. A la rapide vasoconstriction initiale, engendrée par le froid, fait place une vasodilatation plus durable, laquelle préside les phénomènes de régénérescence du tissu sain.

Toutes les techniques citées ci-dessus sont non seulement envisageables chez le cheval, mais beaucoup d'entre elles sont déjà en application courante. Le massage équin peut s'effectuer à l'aide du coude ou d'un instrument, mais les mains gardent toujours une grande importance par leur écoute sensitive du terrain à traiter et par la mise en évidence de zone de tension ou de chaleur.

La surface corporelle et la tension cutanée du cheval sont beaucoup plus importante que celles de l'homme. C'est pour ces deux raisons que l'utilisation de machine sur l'animal semble intéressante. Son emploi permet à l'opérateur de s'économiser, l'autorisant ainsi à masser plus longtemps si cela lui semble nécessaire.

De plus, la machine n'étant pas sous l'emprise d'une tétanisation musculaire, cela accorde à l'opérateur l'avantage d'appliquer et de régler l'intensité de son massage comme bon lui semble, soit constante pendant tout le travail de massage, soit variable en fonction du terrain à traiter.

II.B. INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS DU MASSAGE

Les indications du massage en général méritent à elles seules, une étude. C'est pourquoi nous ne développeront ici que celles concernant l'athlète en vue d'une compétition ou dans son cadre d'entraînement quotidien. Cela nous permet de mieux cibler, et de se rapprocher davantage du sujet.

II.B.1. Massage pré-exercice

II.B.1.a. Techniques utilisées et intérêts

On confie régulièrement au massage pré-exercice un rôle d'optimisation de la performance. Il prépare le muscle ainsi que le psychisme du sportif à l'effort intense qu'il devra fournir lors de la compétition.

Les techniques utilisées sont des formes classiques de massage :

- *L'effleurage* (caresse, stimulation des muscles superficiels et profonds) entraîne une excitation des terminaisons nerveuses sensibles de la peau avec un relâchement et un apaisement aussi bien local que central. (*23)
- *Le pétrissage* (roulage et manipulation des faisceaux musculaires sur les structures plus profondes) augmente la vascularisation des muscles concernés et les relâche par un mécanisme réflexe. Ces derniers sont donc prêts, aux plans physiologique et mécanique, à soutenir un effort violent. (*23)
- *Les vibrations* : généralement appliqués à l'aide d'un appareil.

On leur attribue un rôle antalgique sur les douleurs d'insertions tendineuses et une action d'étirement des petits muscles et des insertions musculaires atteintes de fibrose. Cette technique n'est jamais utilisée seule (*69)

- *Les tapotements* (série de percussions avec une main détendue sur la surface musculaire). Cette technique est intéressante dans le sens où elle réveille le muscle sans pour autant augmenter de manière exagérée son tonus (*61)

Le massage de préparation en pré-exercice se veut influencer l'état pré-compétitif et la capacité de performance. Il doit renforcer l'échauffement, afin que la musculature active des sportifs ait une capacité d'action et une vascularisation optimale, à l'effort comme au repos. C'est en fait le bon glissement de toutes les couches tissulaires les unes sur les autres, induit par le massage, qui permet d'élever la capacité d'action.

Ainsi, en associant le massage à un programme d'échauffement spécifique de la discipline, le travail anaérobie peut-être maintenu au minimum et avec lui l'hyperacidification du muscle. (*69)

On peut ajouter, selon les dires de certains kinésithérapeutes, que l'échauffement des muscles, provoqué par le massage, concerne également les structures adjacentes comme les ligaments, les articulations et du même coup limite la formation de microlésions de ces structures lors de l'exercice.

Ce type de massage doit agir sur le système nerveux du sportif pour le calmer ou l'exciter en fonction du caractère et du tempérament de chacun. Pour atteindre cet objectif, il augmente ou diminue l'excitabilité des cellules nerveuses, dépendamment du type, de la durée et de l'intensité du massage. (*12).

De plus, le sportif est très sensible à l'aspect psychologique de ce type de contact et la personnalité du soigneur est très importante. (*23)

Idéalement, le massage doit avoir lieu après l'échauffement proprement dit et immédiatement avant la compétition. Il ne doit pas y avoir de pause entre le massage et la compétition, sinon la performance est moindre. Il est généralement de

courte durée (quelques minutes) et se compose des techniques précitées, à visée assouplissante.

Par conséquent, le massage pré-exercice semble présenter un certain intérêt. Il est censé optimiser la performance en améliorant la préparation physique (musculaire surtout) et psychique du sportif.

Cependant nous ne devons pas oublier son rôle préventif, dans le sens où il prépare mieux les structures concernées pendant l'effort et limite l'arrivée de toutes tendinites, déchirures ou autres problèmes.

II.B.1.b. Les limites

Un massage trop complet et trop volumineux immédiatement avant la compétition avec des mouvements profonds, lents et manquant de tonicité peut atténuer l'état réactif du sportif et conduire à une diminution marquée de la capacité de performance.

L'emploi de pommade rubéfiante est à éviter puisqu'elle entraîne une hyperhémie de la peau. La concurrence entre la vascularisation de la peau et celle du muscle joue à ce sujet un rôle non négligeable : plus la température cutanée est élevée et donc la vascularisation superficielle, plus la capacité de performance du muscle est réduite. Ceci est logique puisqu'il est alors moins irrigué.

Ces techniques ne peuvent s'adresser qu'à des sportifs sains, dans un cadre préparatif, préventif mais jamais à visée curative. (Cf contre-indications). Les objectifs souhaités par ces massages pré-exercices restent subjectifs puisqu'ils ne sont pas encore clairement démontrés et les avis à ce sujet sont très divergents.

II.B.2. Massage Post-exercice

En médecine sportive, le massage post-exercice se veut avoir un rôle dans la récupération physique et la décontraction de l'athlète, que ce soit après une compétition ou un entraînement (*23)

II.B.2.a. Techniques utilisées et intérêts

Les massages pré ou post exercice s'exécutent sur les mêmes principes de base. Ce n'est que leur rythme et leur intensité qui diffèrent.

On retrouve :

- *L'effleurage* : (technique cf ci-dessus) s'effectue avec des mouvements plus lent qu'en pré-exercice. Il aide au retour veineux et lymphatique vers le cœur, avec une augmentation du débit sanguin et une dilatation des vaisseaux périphériques. (*69)
- *Le pétrissage* (technique cf ci-dessus) il accélère le transport des déchets métaboliques. (Par exemple l'acide lactique).
- *Les compressions* : il s'agit d'une action de pompage profond qui étend le muscle en le poussant de manière répétitive contre des structures plus profondes et notamment les os longs. Le praticien utilise le bout de ses doigts, le poing ou la base de la main. (*55)
- *Massage des points de relaxations* : c'est l'application d'une pression directe par le bout ou la jointure des doigts sur des petites zones localisées que l'on appelle " points de relaxation" . Ainsi, on agit sur la sensibilité profonde du muscle. (*55)
- *Friction transversale* : faite soit dans un mouvement transversal circulaire soit en va et vient. La pression appliquée doit se déplacer profondément dans le muscle.
- *Massage sous l'eau* : il renforce les effets généraux du massage en raison des actions de type décontracturante et vascularisante de l'eau chaude. C'est sans doute la forme de massage sportif la plus intensive.

Bien que ces massages soient utilisés en post-exercice, ils peuvent s'appliquer à différents moments dans le planning de préparation d'un sportif.

On peut citer :

➔ *Les "massages d'entraînement" :*

L'emploi des massages assouplissants et profonds (comme le pétrissage ou les frictions transversales) détend la musculature et augmente la vascularisation musculaire par rapport à celle de la peau pour une élimination accélérée des produits acides.

Le massage doit s'adapter et augmenter au fur et à mesure que l'on avance dans le programme d'entraînement de l'athlète.

Le but est l'assouplissement de la musculature contractée pour améliorer le processus de récupération et le transport des déchets métaboliques. Par là, on cherche également à augmenter le potentiel d'entraînement.

Ce massage débute deux à six heures après une charge d'entraînement intense, en fonction des particularités individuelles de l'organisme du sportif et cesse un à deux jours avant la compétition. (*69)

➔ *Les "massages défatiguants" s'effectuent juste après l'effort, par un massage musculaire souple mais puissant et profond.*

Son rôle est d'accélérer les processus de récupération de l'organisme en entier et de la musculature de travail après les charges de compétition. Cela deux à trois fois plus vite que si l'on ne faisait rien.

A la fin d'un footing servant de récupération active, sous un traitement progressif, avec des effleurements puis des pétrissages de plus en plus profonds, on aboutit à une diminution rapide du tonus musculaire, ainsi qu'à une amélioration de l'élimination des métabolites et de la cinétique de l'acide lactique, grâce à un débit sanguin augmenté. (*12) La durée et le volume des séances se fait en fonction de la taille, de la surface corporelle et de la fermeté des muscles à traiter.

II.B.2.b. Les limites

Comme précédemment , elles sont quasiment identiques. Les intérêts du massage post-exercice, même si on lui confère de grandes valeurs, restent cependant à démontrer, puisque les avis à ce sujet sont encore partagés.

On peut ajouter que leurs applications ne sont pas toujours évidentes dans le sens où chaque sportif ne dispose pas forcément d'un masseur ou d'un kinésithérapeute qui le suit dans son planning d'entraînement ou de compétition.

C'est pourquoi des praticiens proposent l'auto-massage qui présente l'avantage d'être adaptable judicieusement puisque l'on est le mieux placé à ressentir les zones de douleur ou de fatigue de notre corps.

Par contre, la maîtrise des techniques n'est pas toujours là et des erreurs peuvent être commises, nous conduisant à nous éloigner des objectifs que l'on s'était fixés.

II.B.3. Contre-indications aux massages

Les médecins et les kinésithérapeutes responsables sont inquiets à ce sujet. On peut trouver de l'abus dans l'utilisation de ces massages et aboutir dans certains cas à des effets indésirés.

Les partisans du massage conseillent que ce dernier ne devrait pas être exécuté sur une personne ayant des problèmes de circulation, dermatologique ou cardiaque.

Cela inclut les athlètes ayant une infection, des ulcères cutanés, des rhumatismes, un cancer ou une fracture. (*55)

Toutes blessures fraîches (déchirure musculaire profonde, tendineuse et ligamentaire) ainsi que les plaies contre-indiquent l'utilisation du massage.

Après ce type de blessure, le massage doit avoir lieu au plus tôt deux à trois semaines après l'accident. L'utilisation trop précoce des massages peuvent aggraver les lésions et retarder le processus de cicatrisation.

La thrombose d'une veine profonde ou une embolie pulmonaire, ainsi que des problèmes psychiatriques sont autant d'éléments à considérer.

II.C. EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU MASSAGE

II.C.1. Effets circulatoires

Les résumés des études, nous intéressant et sur lesquelles nous nous sommes basés, se trouvent dans l'Annexe 1.

II.C.1.a. Effets sur la circulation sanguine

II.C.1.a.i. Le débit artériel ou veineux

Sujet qui reste encore assez peu évoqué dans l'ensemble des études.

Pour l'évaluation du débit, il existe différents moyens et différentes techniques de mesure. Certains ont utilisé la clairance du produit Xe^{133} ou bien un pléthysmographe. Le premier a tendance à surestimer le débit, puisqu'il y a une hyperhémie locale (provoqué par l'injection) et le second le sous-estime par le fait que le bracelet réduit le diamètre des vaisseaux. De plus, dans ce dernier cas, il est impossible de savoir si l'augmentation du débit est musculaire ou cutanée.

C'est donc pour ces différentes raisons que TIIDUS (*62) a préféré l'utilisation d'un doppler vélocimétrique qui est non invasif et permet d'accéder à des données claires pendant le massage.

Ce même auteur (*62) nous indique que l'effleurage superficiel ou profond n'augmente pas de manière significative la moyenne du débit artériel et veineux.

Alors que WEINECK (*69) en s'appuyant sur d'anciennes références, signale qu'en fonction du type de massage , il se produit une augmentation plus ou moins marquée du débit sanguin, avec un débit x2.3 pour le pétrissage, x1.9 pour l'effleurement et x1.5 pour le massage vibratoire.

Le flux sanguin, porteur de métabolites étant augmenté par ces différents type de massage, on peut penser que l'on aura un retour plus rapide à l'homéostasie.

Cependant ces deux dernières études s'accordent pour dire qu'aucune forme de massage n'atteint ou même ne se rapproche du résultat obtenu par un travail musculaire actif, qui multiplie le débit par 6. (*69)

EBEL et WHISHAM (*24) ont pu noter une forte augmentation de température et donc de la vascularisation sur la jambe controlatérale non massée. Ils expliquent ce phénomène par l'intervention d'un système réflexe.

L'augmentation du débit sanguin, accompagné de vasodilatation, est atteinte par l'action du massage sur certains récepteurs cutanés. Ces derniers déclenchent une excitation-vasomotrice, via les voies nerveuses, avec une libération locale d'hormone, comme l'histamine par exemple. (*69)

D'autres auteurs (*33 et *56) ont évoqué la résonance du massage sur le rythme cardiaque et la pression artérielle. Il ferait augmenter le premier et baisser le second. Toutefois, ces effets sont toujours fluctuants et liés à la modulation technique du geste.

Par conséquent, bien que beaucoup d'auteurs et de praticiens semblent suggérer une augmentation du débit sanguin (et notamment artériel) dans le mécanisme physiologique du massage, cet effet n'a pas encore été réellement mis en évidence.

II.C.1.a.ii. La viscosité et l'hématocrite

ERNST E (*25) a constaté une diminution importante de la viscosité du sang et de l'hématocrite après massage. Le fluide interstitiel serait mécaniquement comprimé et repoussé jusque dans la circulation, diminuant ainsi l'hématocrite. Du coup, le bénéfice en est une meilleure perfusion musculaire.

II.C.1.b. Effet sur la circulation lymphatique et l'œdème

Le drainage lymphatique manuel (DLM) est une méthode douce, peu agressive physiologiquement. On pourrait presque dire " non invasive " .

Cette thérapeutique est basée sur deux principes :

- D'abord se rendre maître de l'œdème par une technique qui au début est mécanique (le tuyautage).

- Ensuite il faut maintenir le résultat obtenu par une contention appropriée (par exemple, l'utilisation de bandage ou de bas élastiques très robustes). (*34)

On sait que le rôle du capillaire lymphatique est de résorber au sein du tissu interstitiel, l'eau, les électrolytes, les macromolécules protéiniques supérieures à 10000 Daltons (*29, *37) et les éléments cellulaires constituant l'essentiel de la lymphe. Celle-ci va progresser dans les collecteurs grâce aux contractions musculaires, aux battements cardiaques et à l'aspiration thoracique.

Lorsque les collecteurs lymphatiques sont encore perméables et que le lymphoedème est dû à une charge lymphatique supérieure à la normale, le drainage lymphatique manuel trouvera son plein emploi en augmentant le débit lymphatique.

Quand le lymphoedème a pour cause une insuffisance mécanique organique ou fonctionnelle à charge surpassant les obstacles dus par exemple à l'exérèse ganglionnaire ou aux cicatrices, le DLM est intéressant puisqu'il fait croître le débit et permet de drainer l'œdème.

Les formes de massage varient selon le but du traitement :

- Soit écraser et diviser des tissus indurés.
- Soit aider à la réabsorption.
- Soit faire diffuser un oedème.

Le DLM s'effectue par des mouvements de captage ou de résorption. Ce sont des pressions douces exercées par le bord orbital de la main qui roule sur la peau de façon centripète dans le but d'augmenter la pression tissulaire.

On trouve également des manœuvres d'évacuation ou d'appel. La main est posée sur le champ et prend appui sur la peau par le bord radial de l'index, puis pivote pour que les autres doigts entrent en contact jusqu'à l'annulaire. La pression augmente progressivement et réalise ainsi une aspiration et un foulage de la lymphe.

La lymphographie isotopique a montré que ces techniques augmentaient réellement le débit lymphatique et limitaient du même coup la formation d'œdème. (*34).

Par contre GULICK DT (*35) n'a pu mettre en évidence d'effet significatif du massage sur la formation d'œdème post-exercice, sachant qu'il avait utilisé un massage glacé. Il y avait bien une différence volumétrique de l'avant-bras entre avant et après le massage, mais cette dernière a été mis sur le compte d'une augmentation du volume sanguin au niveau du muscle concerné. C'est à dire que si le froid entraîne une vasoconstriction locale pendant son application, il s'en suit une forte vasodilatation compensatrice à son retrait.

Par conséquent, en dehors du massage glacé, le massage traditionnel semble trouver un réel intérêt dans le drainage lymphatique.

II.C.1.c. Effets sur les cellules sanguines

II.C.1.c.i. Effet sur les globules rouges :

Diminution du nombre de globules rouges, par dilution avec apport mécanique de fluide interstitiel à travers les parois des vaisseaux. (Phénomène expliqué dans les effets de la circulation sanguine).

II.C.1.c.ii. Effet sur les globules blancs :

SMITH L (*58) propose d'effectuer un massage deux heures " post-exercice", c'est-à-dire, au moment où le processus inflammatoire se met en place. On sait que ce dernier commence par une première accumulation de leucocytes (granulocytes neutrophiles et macrophages) sur le site de la lésion. Cette accumulation locale débute par une élévation du taux circulant. Plusieurs auteurs ont pu observer cette augmentation du taux circulant de granulocytes neutrophiles suivi d'une diminution. Le principe serait que le massage, en appuyant sur les vaisseaux empêcherait leur diapédèse et donc leur accumulation locale. Les granulocytes neutrophiles restent

alors dans la circulation ce qui explique leur taux prolongé et du même coup une diminution du phénomène inflammatoire.

D'ailleurs, dans cette même étude, pour le groupe des « non-massés », la pente de la droite représentant le taux de neutrophiles est négative alors qu'elle est légèrement positive dans le groupe des « massés ». (cf Annexe 1) Ceci appuie fortement l'hypothèse que le massage interfère avec l'émigration des cellules blanches de la circulation vers les tissus, en les séparant de la paroi des vaisseaux au cours de la phase de margination.

Par contre, un massage par jet d'eau chaude sous pression pendant 20 minutes, n'a pas d'action sur le taux circulant des autres cellules de l'inflammation, puisqu'il n'y a aucune variation de la concentration sanguine en lymphocytes et monocytes.

(*64)

Cette action du massage sur le début du processus inflammatoire est très intéressante, puisque beaucoup d'événements sont susceptibles d'en découler, mais " SMITH L" (*58) reste un des seuls à envisager sérieusement cette théorie.

II.C.1.d. Effets sur la coagulation

Les thromboses résultent fréquemment d'un mauvais retour veineux. On sait qu'un massage donné unilatéralement , diminue la formation de thromboses profondes de 82% sur le membre traité par rapport à celui qui ne l'est pas. (*32)

L'effet anticoagulant du massage ne résulte pas exclusivement d'un processus mécanique. L'application de compression accroît également le taux de composants fibrinolytiques dans le sang, ce qui explique pourquoi le massage d'un bras peut réduire l'incidence des thromboses veineuses au niveau des jambes (*32).

Cependant, il est contre-indiqué de masser directement un vaisseau contenant un thrombus, puisque l'on est jamais à l'abri de libérer ce dernier dans la circulation et de provoquer un infarctus ou une autre thrombose.

II.C.2. Effets métaboliques sur les facteurs biochimiques du sang

II.C.2.a. CK

Généralement, on se sert de cette enzyme comme marqueur des lésions musculaires.

Peu d'études ont pu mettre en évidence une amélioration de la cinétique des CK après massage.

La pente de la cinétique de ces enzymes, dans l'expérimentation de SMITH (*58) est positive aussi bien pour le groupe « massé » que pour le groupe des « non-massés » avec une positivité moindre pour les « massés ». Le massage aurait donc un effet favorable sur la cinétique des CK. (Cf Figure 3)

Cependant, il faut citer que dans le cas présent, les CK augmentent de façon linéaire jusqu'à 96 heures avec un taux supérieur à 1500 U/L pour les « non-massés » et supérieur à 500 U/L pour les « massés » ; ce qui est anormale. A 96 heures, les CK devrait être revenu à un taux normal. L'exercice proposé dans cette étude, est sans doute trop contraignant et entraîne systématiquement des lésions musculaires.

Une théorie explique cet effet bénéfique par action sur la migration des granulocytes neutrophiles. (*58) Ils ont, conjointement avec les macrophages, un activité de phagocytose au niveau des sites lésionnels. Cela entraîne, lors de microlésions musculaires, un relargage d'enzymes encore plus important. Si les neutrophiles ne sont plus présents sur la zone lésée, puisque le massage inhiberait leur diapédèse (cf effet sur les cellules sanguines), il y aurait une moins grande dégénérescence des cellules musculaires et par conséquent un moins grand relargage d'enzymes dans le sang.

Même si certains auteurs ont mis en évidence un effet favorable, d'autres n'ont rien trouvé ou bien identifié une action défavorable. (*64) Par exemple, un massage corporel par jet d'eau chaude sous pression pendant 20 à 30 minutes, entraîne une augmentation du taux de CK sanguin. Ceci est probablement du à l'augmentation de la clairance du muscle sous l'influence de l'eau chaude.

Si les CK ainsi que les LDH ont tendance à augmenter sous l'action mécanique traumatique du massage, le dosage de ces paramètres permet alors d'objectiver l'étendue des lésions provoquées par ce dernier et deviennent même des éléments de contre-indications.

Dans la littérature, on trouve donc de grandes variations de l'effet du massage sur la cinétique des CK, allant d'une amélioration à un prolongement de leur taux dans le temps. De plus, l'interprétation du taux de CK, comme mesure des lésions musculaires reste problématique, puisqu'elle est considérée comme non spécifique. (*57, *63)

Il faudrait pouvoir mesurer des paramètres encore plus précis et davantage en relation avec les lésions que ne peut l'être CK.

Pour ce qui est de la courbature et des CK, la courbe de cette dernière est plus précoce dans le temps que celle des CK. Il s'agit comme il a déjà été dit plus haut, d'une mesure indirecte des lésions musculaires, et par conséquent il est difficile de les assimiler à la courbature.

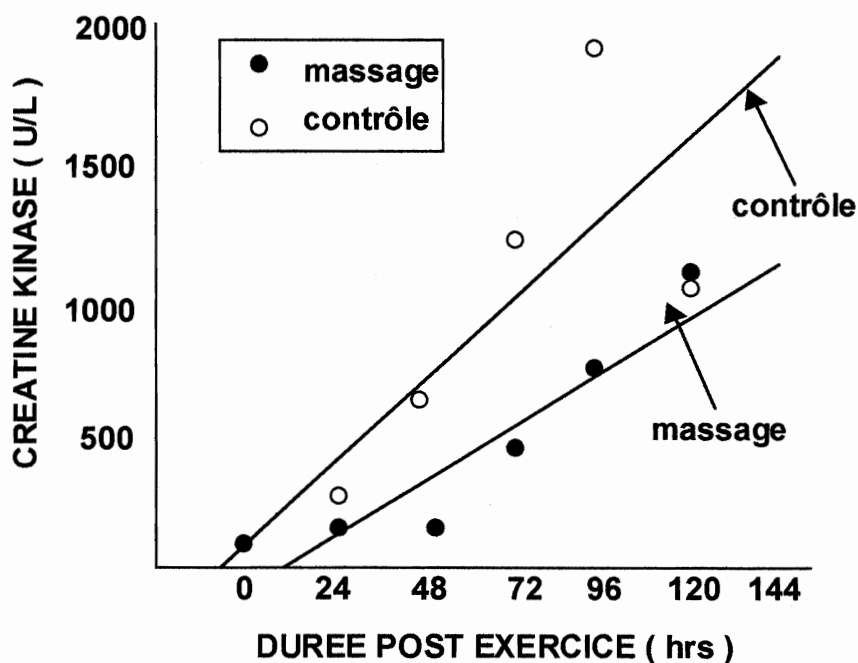


Figure 3 : Droites des moyennes de concentrations de CK pour le groupe massé et le groupe contrôle d'après SMITH (*58)

II.C.2.b. Le cortisol

Son taux est toujours prolongé dans le sang 5 heures après le massage chez un groupe de personnes massé par rapport à un groupe non massé. (Cf Figure 4, *58)

On sait que le cortisol a un effet anti-inflammatoire, en inhibant l'adhérence des cellules neutrophiles aux parois des vaisseaux. Or, comme le massage prolonge le taux de cortisol circulant, on comprend pourquoi le taux de neutrophiles circulants reste également augmenté.

Une théorie évoquée pourrait expliquer ce phénomène. L'organisme peut comprendre le massage (selon les cas) comme une forme de stress ce qui activerait l'axe hypothalamo-pituitaire-adrénalien et du même coup entraînerait une sécrétion prolongée de cortisol. (*58)

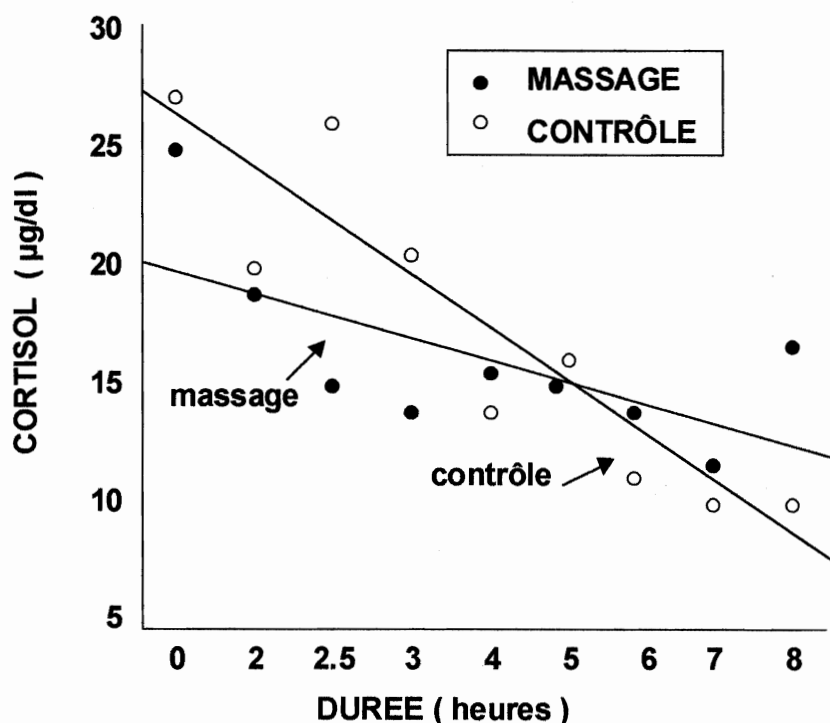


Figure 4 : Droites des moyennes de concentrations de cortisol pour le groupe massé et le groupe contrôle d'après SMITH (*58)

II.C.3. Effets musculaires

Les études concernant ce sujet se trouvent également dans l'**Annexe 1**

II.C.3.a. Effet sur le muscle sain

Le muscle est l'organe le plus souvent cité à propos du massage. D'une part, il est moteur, sensible, c'est sur lui que toute l'attention pèse, et d'autre part, pour des raisons pratiques, son volume souple attire spontanément la main.

Il est un organe complet, récepteur et acteur.

La massothérapie peut déployer toutes ses possibilités :

- Calmer les contractures douloureuses.
- Relancer des fuseaux neuromusculaires en difficulté, ou bien jouer sur les réflexes idiomusculaires. (***56**)
- Mais, on lui associe surtout une amélioration dans la récupération musculaire à long terme, due à ses capacités à accélérer la cicatrisation en augmentant le débit sanguin local (bien que cela ne soit pas encore réellement démontré).

Par conséquent, l'emploi du massage s'effectue soit dans un contexte où le muscle est lésé (suite à un exercice trop intense) soit dans un contexte où le muscle est au repos. Dans ce cas ce n'est pas la masse musculaire, directement, qui nous intéressera mais plutôt les retombées psychologiques ou circulatoires du massage.

Les retombées psychologiques : Le massage effectué juste avant l'effort, entraîne non seulement un éveil musculaire, mais également mental. (cf effets sur le système nerveux)

Les retombées circulatoires : Le massage avant effort augmente le débit sanguin et donc entraîne un apport plus important en nutriments et prépare mieux le muscle à l'effort. (cf effets sur la circulation)

Bien évidemment les types de massage employés ont toute leur importance.

On peut ajouter, dans ce cadre, le massage tendineux avec notamment les techniques de MTP déjà citées. En effet quand on pense " massage musculaire", on voit surtout des mains s'affairer sur la partie moyenne du muscle, charnue, saillante et aisée à saisir. Autrement dit on oublie trop souvent de masser également les tendons et les insertions musculaires, qui sont largement autant concernés. (*34)

II.C.3.b. Effets sur le muscle lésé

II.C.3.b.i. Récapitulatif sur l'origine des lésions

Lors d'un effort violent, la contraction trop importante entraîne un surétirement non uniforme des Sarcomères, il en résulte blessures et lésions. Ces dernières correspondent à une rupture de la bande A, avec un relâchement de la bande Z (Cf page 4) qui au lieu d'imposer un mouvement, le suit. On se retrouve avec un mauvais alignement des myofibrilles et une désintégration du système des filaments intermédiaires. Parallèlement à cela, l'exercice intense induit un stress qui peut conduire à une altération du Sarcolemme (membrane cellulaire de la cellule musculaire). Il en découle une rupture de l'homéostasie calcique dans la cellule, avec une augmentation de son taux intra-cellulaire entraînant plus tard une contraction des protéines musculaires et une dégénérescence de la membrane dans les jours qui suivent.

Ces lésions consécutives sont probablement causées par le calcium qui active des protéases, des phospholipases, des enzymes lysosomiales du muscle et réduit le taux de phosphocréatine et d'ATP (par altération du fonctionnement des mitochondries) pendant plus de sept jours après un exercice intense (*3)

Il est logique de penser que si le massage augmente le flux sanguin, il augmente également l'apport d'oxygène aux zones lésées, favorisant ainsi la cicatrisation et le retour à un processus homéostatique normal (*61)

Mais cela reste spéculatif puisque le fait que le massage augmente le flux sanguin reste encore des plus équivoques. (cf Effets circulatoires).

II.C.3.b.ii. Effets sur la courbature et l'inflammation

La courbature intervient généralement 24 à 48 heures après l'exercice. Elle est une somme d'événements correspondant à la rupture de myofibrilles, une augmentation de la perméabilité du Sarcolemme aux protéines musculaires suivie d'un processus inflammatoire. Cette séquence d'événements incontournables débute par un stress mécanique sur les fibres musculaires, une surcharge métabolique ou bien les deux.

Beaucoup pensent que le massage post-exercice va permettre à l'athlète de moins ressentir ses douleurs post-traumatiques survenues pendant l'effort. Le principe entendu est une diminution de la sensibilité musculaire pendant la phase de courbature.

C'est dans le but de démontrer cela qu'un nombre important d'études ont été mises en place.

Des sujets ayant été soumis à un exercice intensif et ensuite massés tous les jours, (*62) ont trouvé une différence significative sur l'évaluation de la courbature, en faveur des sujets massés par rapport aux témoins. Cette différence significative se situe dans un délai de 48 heures après l'exercice (sachant que l'évaluation se faisait sur une échelle de 1 à 10, 1= pas du tout douloureux, 10 = très douloureux) A 96 heures, l'ensemble des sujets ne ressentaient plus aucune douleur. Donc, ici, un effet favorable au moment de la phase aiguë de la courbature.

Le moment où l'on applique le massage semble également avoir toute son importance. Lorsqu'il a lieu à 2 heures après le travail excentrique, on trouve un effet significatif entre 24 et 96 heures sur le groupe traité par massage par rapport au groupe contrôle. (*62)

L'étude de SMITH (*58), toujours sur le même type d'échelle d'évaluation que celle ci-dessus rapporte un pic douloureux de $5,9 \pm 0,5$ à 48 heures pour les non-massés, alors celui des massés est de $4,6 \pm 0,7$ à 24 heures, sans augmentation par la suite.

Dans l'expérimentation (*51), où 50 sujets ont effectué 30 minutes de flexion du bras suivi d'un traitement par échauffement, étirement et massage (effleurage léger profond, tapotement puis pétrissage), ces derniers ont évalué leur sensibilité musculaire à l'extension.

La courbature reste en plateau de 24 à 48 heures pour le groupe traité et jusqu'à 72 heures pour le groupe non-traité, avec une valeur moyenne significativement plus basse pour le groupe traité sur l'ensemble de l'étude.

Par contre, dans le cadre de cette étude, il est difficile de se prononcer sur l'attribution de cet effet à savoir s'il s'agit du massage, de l'étirement ou bien de l'échauffement.

Tous les sujets de l'étude (*43) sont soumis à 4 séries de 15 extensions de la cheville et soulèvent à peu près leur propre poids. Le mollet gauche est massé en post-exercice et à 24 heures.

L'évaluation de la sensibilité musculaire se fait sur une échelle de 0 à 6 (0 = pas de sensibilité et 6 = grande douleur) et est faite avant l'exercice, juste après, à 24 heures et à 48 heures. Aux mêmes moments, des mesures volumétriques des mollets sont effectués de façon à déterminer l'effet du massage sur l'inflammation. Cet auteur se base sur l'hypothèse que l'inflammation fait augmenter le volume d'un muscle.

→ *Qualifications de la courbature* : il y a bien pour les 2 mollets une légère augmentation de la douleur à 24 et 48 heures, mais aucune différence significative entre la jambe droite et gauche, et ni entre les différents traitements.

→ *Evolution de l'inflammation* :

Pas de différence significative volumétrique entre les 2 mollets.

Donc les avis divergent avec des théories différentes.

Par exemple si le massage augmente le débit sanguin et si l'on peut prévenir l'inflammation en prolongeant l'activité des neutrophiles dans le sang, on peut soulager le phénomène douloureux de la courbature (*58). A condition que l'inflammation aiguë intervienne dans la courbature, ce qui n'est pas encore démontré.

Les effets de l'échauffement, de l'étirement et du massage sont souvent acceptés en tant que préventifs des lésions musculaires et de la courbature. Leurs actions dans ce cadre sont toujours hypothétiques et restent à démontrer.

RODENBURG (*51) attribue à *l'échauffement* : une diminution de viscosité des muscles et donc une plus grande résistance à la rupture.

à *l'étirement* : une amélioration de l'amplitude des mouvements par diminution des tensions passives.

au *massage* : une augmentation des flux liquidiens, mais à savoir si elle est sous-cutanée ou musculaire.

Si le massage doit augmenter la circulation lymphatique et veineuse, et du même coup diminuer la pression exercée par les oedèmes et si ces derniers interviennent de fait dans la pathogénie de la courbature, alors le massage peut être considéré comme actif sur la résorption de cette courbature.

Par conséquent, à en noter les résultats des différentes expérimentations,(*43, *51, *58) il semble que le massage ait un effet sur la courbature par diminution de l'apparition de la phase douloureuse.

Il ne faut pas oublier que cela reste très subjectif puisque tout repose sur une échelle d'évaluation.

Dans d'autres expérimentations, la sensation de courbature n'est pas nécessairement associée à une altération de la force musculaire. Ainsi, différents mécanismes physiopathologiques sont responsables de la sensation douloureuse de la courbature et de l'altération de la force musculaire après effort.

II.C.3.b.iii. Récupération fonctionnelle

→ *Après un travail aérobie :*

Une diminution de la force après un travail intense est toujours caractéristique. Elle peut s'observer jusqu'à 5 à 10 jours après, bien que la plus grande diminution se situe juste après l'effort.

Il arrive souvent que l'on vante les mérites du massage en lui associant une meilleure récupération musculaire et donc un retour à l'entraînement plus facile et plus rapide. On lui associe même, à long terme, une augmentation du potentiel musculaire.

Une perte de la force de contraction isométrique (c'est à dire une contraction du muscle sans mouvement ni modification de longueur de ce dernier), due aux courbatures et aux lésions musculaires, peut aller jusqu'à 40%.

TIIDUS (*62) a fait travailler différents sujets en leur faisant faire plusieurs séries de contractions du quadriceps. Ils sont ensuite massés tous les jours sur la même cuisse. Bien que tous les sujets rapportent une efficacité du massage dans la récupération musculaire (avec une note moyenne de $2,7 \pm 0,2$, ce qui est une bonne croyance de l'efficacité), les mesures de force maximales faites à 15 minutes avant et après l'effort ne mettent en évidence aucune différence significative entre les deux jambes.

Par mesure mécanique de la force maximale isotonique, RODENBURG (*51) a pu mettre en évidence une faible différence significative en faveur du groupe traité. Mais on se pose toujours la même question à savoir si l'on doit attribuer cet effet à l'échauffement, à l'étirement ou au massage.

Comment le massage peut-il agir?

Sans doute en augmentant la micro-circulation, en diminuant la formation d'oedèmes, et l'accumulation de toxines, ce qui accélère le processus de récupération.

→ *Après un travail anaérobie :*

La fatigue musculaire est complexe et comprend de nombreux mécanismes. Les altérations induites à l'exercice proviennent de troubles de l'homéostasie avec accumulation d'ions hydrogènes, d'une perte de potassium, d'un épuisement en ATP, en créatine P, en glycogène, d'une perte de liquide calcique et d'une ischémie locale. Tous sont des facteurs associés à la rupture du cycle excitation-contraction du muscle durant un exercice intense et pendant la phase de fatigue musculaire post-exercice (l'ion hydrogène interfère probablement avec l'aptitude des protéines musculaires à générer une contraction).

Si le massage peut intensifier l'exportation des ions H^+ des cellules musculaires et/ou améliorer la récupération de la perte de K^+ , de l'énergie phosphate ou du glycogène, il peut raisonnablement améliorer le taux de récupération de la fonction musculaire après ce type de travail. Mais encore aujourd'hui, on trouve très peu de données en rapport avec l'effet du massage sur ce genre de paramètre cellulaire (*61)

CAFARELLI (*9, *10) n'a pu tirer aucune conclusion sur la concentration en lactate et en potassium dans le sang pendant et après l'exercice avec l'emploi de différents types de massage manuel.

L'application d'un exercice léger est beaucoup plus significatif.

Le mécanisme physiologique par lequel le massage agirait sur la récupération musculaire reste inconnu. Il est cité, selon les auteurs, soit comme n'ayant aucun effet, soit comme provoquant le plus souvent une augmentation du débit sanguin et

donc un apport accru en oxygène, ce qui favoriserait la cicatrisation et le retour à un processus homéostatique normal.

II.C.4. Effets sur le système nerveux

II.C.4.a. Effets sur le tonus musculaire

Selon le type de massage, le tonus musculaire peut être élevé ou abaissé. Par exemple, les tapotements augmentent le tonus, alors que le pétrissage a tendance à le diminuer.

Lors d'une contraction, la pression intramusculaire dépasse la pression des capillaires et ainsi les écrase. A 15 % de la tension maximale du muscle, on observe déjà une constriction de la vascularisation.

Ici, le but principal du massage va être d'éliminer les états de contracture musculaire puisque ces derniers limitent la circulation sanguine et donc l'apport énergétique au muscle.

Le relâchement rapide d'un muscle hypertonique se produit sous l'influence directe de la technique de massage sur les faisceaux musculaires et les récepteurs tendineux. Grâce à une augmentation continue de l'activité alpha des motoneurones (qui entraîne une diminution de l'état de tension des fibres intrafusales), il se produit une chute de l'activité gamma. Alors la fréquence d'impulsion du fuseau musculaire s'effondre et le tonus musculaire réflexe se stabilise à un niveau plus faible.

Dans son étude, CALLAGHAN (*11) a mesuré le tonus musculaire par l'intermédiaire du réflexe de HOFFMAN* (*33)

*La mesure du réflexe de HOFFMAN est la mesure de l'activité électrique de certaines terminaisons nerveuses pendant et après leur stimulation, par un massage par exemple, dans le but de savoir si l'intensité de ces terminaisons varie sous l'action de cette stimulation par le biais d'un réflexe spinale.

Ici il n'est diminué significativement que pendant la phase d'application du traitement, et pas après. Les conclusions furent que le massage réduit le taux

d'excitation des motoneurones et par conséquent l'activité réflexe. De plus, il est spécifique puisque l'effet est quasi inexistant sur la jambe controlatérale.

II.C.4.b. Effets sur le système nerveux autonome

L'augmentation de la fréquence d'impulsion, liée au massage dans les terminaisons nerveuses sensibles de la peau, atteint également le système nerveux central, via la moelle épinière.

C'est par cette voie conductrice que l'on explique le ralentissement et l'approfondissement de la respiration ainsi que la diminution de la fréquence cardiaque pendant le massage. Ces phénomènes sont l'expression de la modification du tonus végétatif dans le sens d'une prédominance des influences parasympathiques (*69). Mais il est difficile de savoir si ces changements sont à attribuer à un processus physique ou bien à un processus mental. (*11)

II.C.4.c. Effets psychologiques

Plus grande est la surface corporelle massée plus intense est l'effet psychique puisque le nombre de terminaisons nerveuses tactiles excitées augmente et parallèlement l'activité nerveuse influençant le système nerveux végétatif et central.

L'influence de la formation réticulée semble responsable des effets apaisants ou excitants du massage (*69)

On obtient une meilleure relaxation et une plus grande restauration mentale de l'athlète si le massage a lieu entre 2 et 3 heures après l'effort. (*39)

Dans la littérature, les avis sur ce sujet sont controversés. Certains trouvent que le massage améliore l'humeur alors que d'autres prétendent le contraire (*42 et *48)

II.C.4.d. Effets antalgiques

La sensation d'endolorissement est transmise à la moelle épinière par les groupes III et IV des nerfs libres qui réagissent à l'accumulation locale de

prostaglandines (PgE2 produit par l'invasion des macrophages), de quinine, d'histamine, ou à l'oedème. (*61)

Tous ces changements sont identiques dans le déroulement de la courbature et sont associés à l'inflammation qui constitue le point de départ du processus de cicatrisation. Si le massage peut temporairement diminuer les lésions musculaires et les effets de l'inflammation , il peut agir plus tard sur le développement de l'endolorissement musculaire, à condition que le massage ait lieu dans les 1 à 2 heures suivant l'exercice et que l'inflammation ait un lien direct avec la sensation douloureuse de la courbature, ce qui reste à prouver.

Une dernière théorie dans le mécanisme antalgique du massage est parfois évoquée. Il s'agit de l'application d'une seconde sensation. Le massage sur un muscle douloureux peut augmenter la décharge d'autres fibres sensibles à seuil plus bas et ainsi bloquer temporairement la sensation d'endolorissement puisque l'influx provenant de ces fibres n'atteint plus le nerf.(*61), (effet d'entonnoir) cf schéma. Un léger exercice est également efficace par ce même mécanisme.

Sinon, l'application de massages glacés réduit l'excitabilité des extrémités nerveuses périphériques, ce qui augmente le seuil de la douleur et par conséquent en diminue l'intensité.

L'indice de courbature du groupe soumis avec glace a augmenté considérablement après l'arrêt du traitement et semble être dû à une réponse compensatoire de l'effet d'engourdissement précédent. Ceci indique que le massage avec glace soulage la sensation douloureuse mais n'est pas efficace pour éliminer la courbature.

De plus, il est fort probable que l'effet antalgique de ce traitement soit dû à la diminution de la température locale plus qu'au massage (*35)

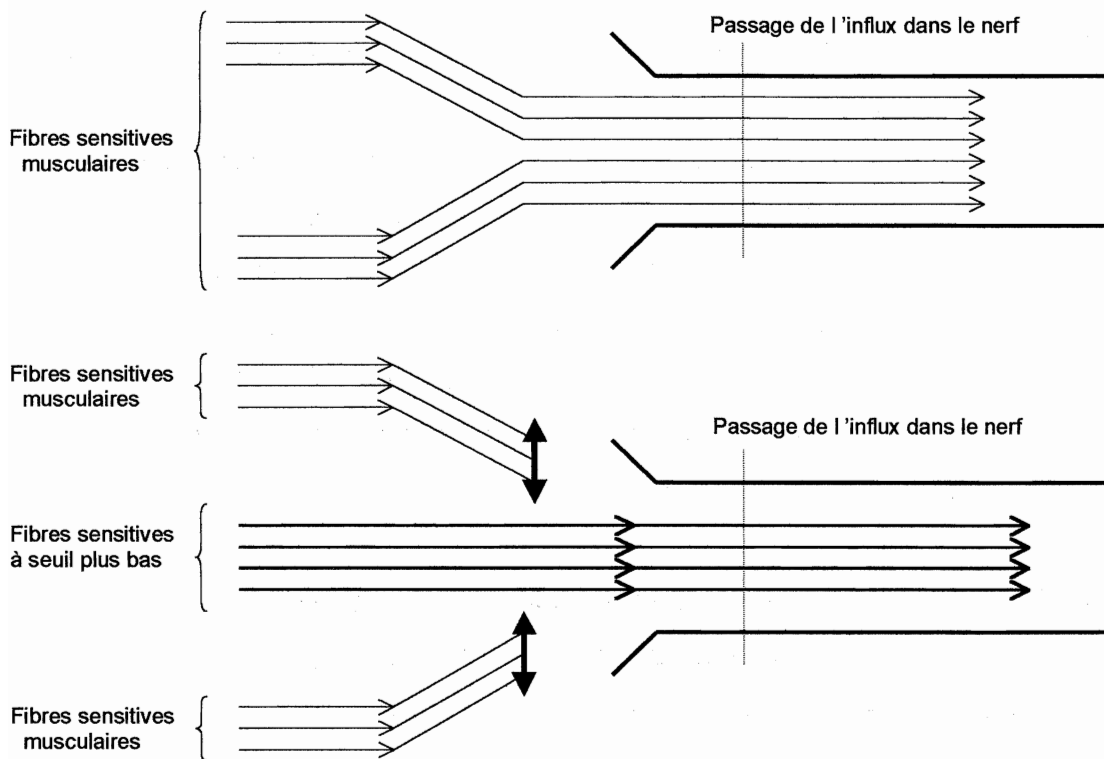


Schéma 2 : Théorie de l'entonnoir

II.C.4.e. Effets sur les affections neurologiques

Le massage joue ici un triple rôle.

- Il permet d'intervenir dans un but mécanique face aux déformations orthopédiques potentielles.
- Il est stimulant dans les techniques de facilitation neuromusculaire. La seule précaution consiste à le déconseiller sur les muscles spastiques afin de ne pas majorer ce phénomène.
- Le massage contribue à la trophicité notamment dans les atteintes lourdes comme chez les paraplégiques. (*23)

Bilan de l'étude bibliographique :

A l'heure actuelle, la kinésithérapie et notamment le massage , est une thérapeutique utilisée de façon quasi exclusive chez l'homme. C'est pourquoi les données sur ce sujet et relatives à l'animal sont peu abondantes.

Quelques vétérinaires en association avec des kinésithérapeutes désireux de transposer différentes techniques de l'homme à l'animal, ont pu mettre en évidence des effets physiologiques ou physiques. Cependant ce type d'associations restent aujourd'hui peu nombreuses. C'est pourquoi l'étude en cours se basera essentiellement sur des données provenant d'études effectuées chez l'homme.

De cette partie bibliographique, on peut relever que les avis sont partagées surtout en ce qui concerne les effets du massage.

Cependant la majorité s'accorde à dire que le massage augmente le débit sanguin et lymphatique. Il s'en suit un métabolisme musculaire accéléré avec une meilleure irrigation et une meilleure élimination des déchets métaboliques

Le tonus musculaire peut également être modifié selon l'intensité et le type de massage usité. Il peut être tonifiant ou décontracturant et avoir un effet bénéfique sur le psychisme du sujet traité.

PARTIE EXPERIMENTALE

I. MATERIELS ET METHODES

I.A. MATERIELS

I.A.1. Les chevaux

Quatorze trotteurs ont participé à la réalisation de cette étude. Pour les désigner, on leur a attribué une lettre et un chiffre tout au long de l'expérimentation. L'effectif comprenait des chevaux de 3 à 7 ans, dont 2 mâles, 6 hongres et 6 femelles, répertoriés dans le tableau ci-dessous.

| Cheval | Age | Sexe | Stade d'entraînement |
|---------------|------------|-------------|-----------------------------|
| D1 | 7 ans | H | Compétition (NP) |
| D2 | 7 ans | H | Compétition (P) |
| E1 | 6 ans | F | Compétition (P) |
| F1 | 5 ans | M | Compétition (NP) |
| F2 | 5 ans | F | Reprise |
| F3 | 5 ans | F | Compétition (P) |
| F4 | 5 ans | H | Compétition (NP) |
| G1 | 4 ans | H | Reprise |
| G2 | 4 ans | F | Compétition (P) |
| G3 | 4 ans | H | Prêt à courir |
| H1 | 3 ans | H | Prêt à courir |
| H2 | 3 ans | M | Compétition (P) |
| H3 | 3 ans | F | Prêt à courir |
| H4 | 3 ans | F | Compétition (NP) |

Tableau 4 : récapitulatif des chevaux participant à l'étude

P correspond à Performant en compétition, c'est à dire régulièrement placé dans les cinq premiers, lors des cinq dernières épreuves.

NP correspond à Non performant.

Les couples de chevaux ont été appariés selon leur âge et leur stade d'entraînement :

| Chevaux massés | Chevaux non massés |
|-----------------------|---------------------------|
| D2 | E1 |
| D1 | F1 |
| F3 | F4 |
| G1 | F2 |
| G2 | G3 |
| H1 | H2 |
| H3 | H4 |

Tableau 5 : appariement des chevaux par paires

Un des couples : D2 / E1 a dû être exclu du protocole dès la deuxième semaine puisque la jument, pour cause de tendinite du fléchisseur superficiel du doigt de l'antérieur droit, n'a pu continuer l'entraînement.

La majorité des chevaux de l'étude vivaient en boxe exceptés F1, F3, G1, H3 et H4 qui disposaient de paddocks.

Les rations alimentaires composées de foin, avoine et d'aliment industriel destiné à compléter la ration sur le plan protéique, minéral et vitaminique n'ont pas été modifiées lors de l'étude.

Enfin les calendriers de vaccinations et de vermifugation de tous les chevaux du protocole ont été vérifiés.

I.A.2. L'appareil LPG équin

L'appareil LPG équin monté sur deux roues permet un déplacement aisé de l'ensemble. Il renferme un moteur électrique qui entraîne une pompe aspirante, elle-même reliée à un tuyau de caoutchouc souple. A l'extrémité de ce dernier est emboîtée la tête de soin. Cette tête comprend le tableau de commandes de toutes les fonctions. (cf encadré). Sa mise en service aspire un pli de tissu sous-cutané (Cf Schéma 7) automatiquement saisi entre deux rouleaux motorisés. Ceux-ci enroulent et déroulent la totalité du pli de peau contenu dans la chambre de dépression.

Selon le segment corporel traité et la profondeur de la cible visée, le praticien choisit et fait varier à la demande :

- L'épaisseur du pli saisi par l'aspiration.
- Le sens de rotation des rouleaux.
- Le sens des tracés : ascendants, descendants ou transversaux.
- La durée de la séance électroniquement programmée.

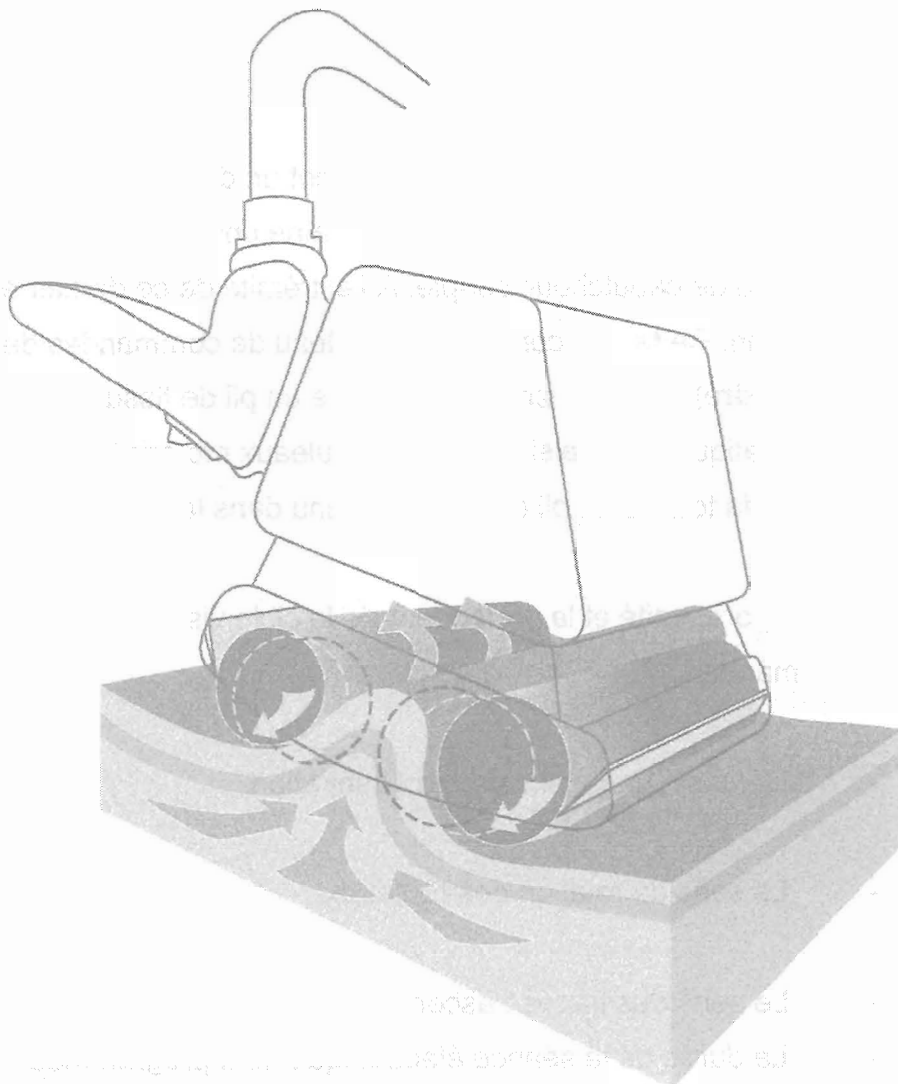


Schéma 7 : Mécanisme de la tête de massage

Les commandes et les indicateurs de la tête de soin comprennent :

- Le compte à rebours qui permet de stopper la machine automatiquement à la fin du temps protocolaire prédéfini en fonction de la taille du cheval.
- Un voyant indiquant l'intensité de l'aspiration.
- Un autre indiquant le degré de déplacement des rouleaux, ce qui donne une information sur l'épaisseur du pli de peau à l'intérieur de la chambre.
- Marche-Arrêt.

I.A.3. Personnes impliquées

I.A.3.a. Société LPG

L'appareil LPG équin a été conçu par la société LPG système basée à Valence. LPG fabrique, au départ, des appareils de massage pour humain.

Jean Claude COUTANT, kinésithérapeute a été chargé de l'élargissement de ces techniques de massage à l'athlète équin et a été l'interlocuteur privilégié lors de la formation aux techniques de massage, à l'utilisation et à la maintenance de l'appareil LPG équin.

I.A.3.b. Elaboration du protocole

L'élaboration et la mise en place du protocole de cette étude ont été réalisées par le Dr Anne COUROUCE, vétérinaire au sein de Pégase Mayenne, unité de recherche en médecine équine et humaine comparée, basée à LAVAL.

I.A.3.c. Evaluation clinique

Les examens cliniques de début et fin de protocoles ont été assurés par le Dr Richard CORDE, vétérinaire équin à la clinique du domaine de GROSBOIS ainsi et le Dr Anne COUROUCE.

I.A.3.d. Entraînement et son suivi

L'entraînement des chevaux a été assuré par Jean Marie MONCLIN (Entraîneur professionnel) ainsi que son personnel.

Le planning de travail était établi au jour le jour en respectant les impératifs liés au stade d'entraînement de chaque cheval et à la charge de travail qui devait être la même pour les deux chevaux de chaque couple. Cette charge de travail a été vérifiée quotidiennement par contrôle de la fréquence cardiaque et de la lactatémie, juste après l'effort.

I.A.3.e. Massage

80% des massages bi-hébdomadaires ont été effectués par Laurent ROUSSEAU, kinésithérapeute humain à Saumur.

Les autres massages étaient assurés, soit par Claire LELEU, soit par moi-même.

I.A.3.f. Traitement statistiques des données

L'analyse statistique des paramètres étudiés pendant le massage et les suivis de CPK ont été réalisées par Jean Paul VALETTE exerçant au sein du laboratoire de physiologie sportive INRA, basé à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

Tous les tests sont des **ANALYSE DE VARIANCE** effectuées sous environnement WINDOWS par la Procédure **GENERAL LINEAR MODEL (GLM)** de **STATISTIC ANALYSE SYSTEM (SAS)**, fabriqué par INSTITUTE CORPORATION à CARY NC, USA.

I.B. METHODE

I.B.1. Bilan hémato-biochimique et examen clinique

Le 30 Septembre et le 12 Novembre, dates de début et de fin de l'expérimentation, un bilan hémato-biochimique ainsi qu'un examen clinique complet pratiqué par Richard CORDE, sont réalisés sur tous les chevaux susceptibles de faire partie d'un des deux lots.

L'objectif de ces examens était d'évaluer l'état clinique des chevaux entrant dans le protocole.

I.B.1.a. Bilan hémato-biochimique

Lors de ces bilans hématologique et biochimique sont demandés :

Une numération-formule

La protéinémie

L'albuminémie

La fibrinogénémie

La créatinémie

L'urémie

La bilirubinémie

Un dosage d'enzymes musculaires : CPK, ASAT

Un dosage d'enzymes hépatiques : GGT, PAL

Les prélèvements sont effectués sur les 17 chevaux à jeûn sur tubes EDTA pour l'hématologie, sur tubes secs pour la biochimie, et tubes citratés pour la fibrinogénémie. Les échantillons ont ensuite été analysés au laboratoire d'analyses de biologie médicale LBM des Dr AGOUT, ROCHE et BRUNENGO installé à LAVAL.

I.B.1.b. Examen clinique

Un questionnaire précis permettant de situer le stade d'entraînement du cheval, son statut alimentaire, son appétit, la nature de ces crottins ainsi que ces antécédents médicaux, a dans un premier temps été rempli par l'entraîneur.

L'examen clinique réalisés par le Dr CORDE était le suivant : (**feuille d'examen clinique type Cf annexe 2**)

- Une évaluation clinique de l'état corporel du cheval.
- Un examen de l'appareil cardio-vasculaire avec une auscultation cardiaque au repos.
- Une prise de température corporelle.
- Un examen de l'appareil respiratoire avec une auscultation pulmonaire au sac, un slap-test*, une recherche d'hypertrophie ganglionnaire et de jetage nasal.

*: test effectué par une tape sur le côté du garrot, ce qui doit entraîner une adduction de l'aryténoïde contro-latérale. Cela permet de tester l'intégrité du nerf récurrent droit et gauche en effectuant le test des deux côtés.

Enfin l'examen statique initiait l'examen locomoteur par :

- Une inspection/palpation des membres (évaluation des aplombs, de la ferrure, recherche de pouls digité, de chaleur ou de déformation au niveau des quatre membres).
- Un sondage des pieds à la pince exploratrice.
- Un test de la planche.

- Une mobilisation passive des articulations.
- Une inspection/palpation du dos.
- Une palpation transrectale

L'examen dynamique était ensuite effectué, d'abord en ligne droite :

- Au pas.
- Au trot.
- Au trot après flexion des articulations des boulets et des jarrets des deux côtés.
- Au trot après test à la pince exploratrice.
- Au trot avec un surfaix.

Une évaluation au trot sur le cercle aux 2 mains concluait ces examens.

Les résultats de ces examens ont été classés sur une échelle de 0 à 5. 0 étant considéré comme une réponse normale.

Tous les examens ont été effectués par le Dr Richard CORDE et la notation sur 5 des différents tests a été attribuée par les Drs CORDE et COUROUCE.

Au terme de ces examens, un des 17 chevaux testés est écarté car atteint d'une tendinite du fléchisseur superficiel en phase aigue et jugé incapable de subir un entraînement correct.

I.B.2. Tests d'effort et suivi d'entraînement

I.B.2.a. Les tests d'effort

Deux tests d'effort ont été réalisés, un premier en tout début de protocole permettant de connaître les paramètres énergétiques des chevaux retenus après les examens cliniques et hémato-biochimiques. Ces paramètres énergétiques ainsi que l'âge, le stade d'entraînement et les performances passées ont permis d'apparier les chevaux.

Le second test eût lieu en fin de protocole, dans le but d'objectiver l'amélioration ou la détérioration du niveau d'entraînement de chaque cheval.

L'épreuve d'effort standardisée de terrain utilisée a été celle mise au point par DEMONCEAU et AUVINET (1992) (*18). Elle permet de déterminer la zone transitionnelle aéro-anaérobie. Elle consiste, après échauffement, à effectuer trois paliers de trois minutes à vitesses déterminées avec une minute de repos entre chaque palier. La vitesse doit être constante pendant chaque palier mais croissante d'un palier à l'autre. Les vitesses imposées sont déterminées en fonction de l'âge et du stade d'entraînement des chevaux. Dans le protocole elles étaient fixées à :

-1^{er} palier : 500 m/min

-2^{ème} palier : 580 m/min

-3^{ème} palier : 660 m/min

Cet exercice est ensuite suivi d'une récupération active d'une dizaine de minutes.

Il s'agit d'un trotting effectué à une vitesse d'environ 300m/min.

Au cours de ces tests sont contrôlés la vitesse, la fréquence cardiaque et l'accumulation des lactates sur les trois paliers.

I.B.2.a.i. Mesure de la fréquence cardiaque et de la vitesse

Un matériel spécifique permettant un enregistrement en continu de la vitesse et de la FC a été utilisé. Il s'agit du kit BAUMMAN Speed Puls EquusND fabriqué par BAUMMAN et HALDI- POLAR en SUISSE. Pour obtenir la FC, deux électrodes sont appliquées sur poils mouillés : la positive étant maintenue plaquée sous le garrot par la sellette, et la négative se plaçant au passage de sangle. Ces électrodes sont reliées à un capteur, lui même connecté au boîtier enregistreur accroché au sulky par une rallonge courant sur le bancard. La vitesse est déterminée grâce à un aimant fixé sur un rayon de la roue du sulky qui envoie des impulsions électro-magnétiques à un capteur posé sur la fourche. Ce capteur est lui même relié au boîtier Speed Puls EquusND. La fréquence cardiaque et la vitesse sont ainsi enregistrées.

Dans un second temps, les données sont analysées. Une interface reliant le Speed Puls EquusND à un ordinateur équipé du logiciel « Fitsoft Equus » permet de visualiser les enregistrements de fréquences cardiaques, les vitesses des trois paliers et de déterminer les FC moyennes et vitesses moyennes atteintes sur ces trois paliers.

I.B.2.a.ii. Mesure de la lactatémie

La lactatémie (concentration d'acide lactique dans le sang) est mesurée quatre fois au cours du test d'effort. Une première évaluation est réalisée au repos puis trois autres après chacun des paliers effectués. Les prélèvements se font à la veine jugulaire, sur tube fluorure-oxalate immédiatement après l'arrêt du cheval. Ces échantillons sont ensuite déprotéinisés dans l'heure qui suit par dilution au 1/5^{ème} dans de l'acide perchlorique 0,6N. Les tubes ont ensuite été analysés dans le Laboratoire de Biochimie du Centre Hospitalier de LAVAL.

I.B.2.a.iii. Détermination et signification des paramètres V4, V2

Une fois les données : vitesse = V et les lactatémies = La correspondantes déterminées, la courbe de variation de la lactatémie en fonction de la vitesse (

évoluant de façon exponentielle) est établie. Un modèle mathématique décrit par DEMONCEAU et al (1991) (*19) prévoit l'évolution de cette accumulation des lactates : $La = \exp (AxV + B) + C$ avec La en mmol/l, V en m/min, A = coefficient de curvilinéarité, B et C = paramètres du modèle.

Les trois paramètres de l'équation exponentielle sont déterminés par le calcul de régression itératif à l'aide d'un solveur informatique créé par PEGASE-MAYENNE (LAVAL). Cette modélisation permet de systématiser la détermination du seuil aéro-anaérobie et de mieux analyser les phénomènes qui déterminent la lactatémie mesurée à chaque palier. Un test de chi 2 est systématiquement effectué entre les valeurs réelles et les valeurs calculées afin d'évaluer la précision du calcul de V4 = vitesse correspondant à une lactatémie de 4 mmol/l.

La V4 est assimilée au seuil anaérobie et représente la capacité aérobie du cheval à l'entraînement. Des valeurs moyennes de ce paramètre ont été établies à partir d'une population de Trotteurs d'âge et de stade d'entraînement variables, sur différentes pistes. Ces « normes » permettent l'interprétation des résultats individuels en les comparant à ceux d'individus de même âge et même stade d'entraînement.

La V2 est la vitesse correspondant à une lactatémie de 2 mmol/l.

| Age | V4 basse | V4 moyenne | V4 élevée |
|------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 3 ans | < 595 m/min | 595-605 m/min | >605 m/min |
| 4 ans | < 615 m/min | 615-635 m/min | >635 m/min |
| 5 ans | < 625 m/min | 625-645 m/min | >645 m/min |
| 6 ans | < 635 m/min | 635-655 m/min | >655 m/min |

Tableau 6 : Exemple de classification des V4 sur la piste de l'entraîneur JM MONCLIN en fonction de l'âge

Ces valeurs V4 ont été estimées à partir de celles observées sur l'hippodrome de LAVAL (A. COUROUCE) (*17) en retranchant 10 m/min compte tenu du tracé et du sol de la piste de JM MONCLIN.

I.B.2.a.iv. Détermination et signification du paramètre V200

Par un calcul de régression linéaire, la droite décrivant l'évolution de la FC en fonction de la vitesse est établie. La relation linéaire utilisée est la suivante : $FC = axV + b$, avec V en m/min, FC en bpm, a et b étant des constantes. Cette droite permet de calculer le paramètre V200 qui représente la vitesse correspondant à une fréquence cardiaque égale à 200 bpm. Ce paramètre est censé évaluer l'aptitude à l'effort du cheval du point de vue cardiaque. Cette V200 est souvent proche de la V4 et semble représenter la FC au seuil lactique.

I.B.2.a.v. Facteurs de variation des paramètres V4 et V200

Malgré la bonne reproductibilité des paramètres énergétiques V4 et V200, différents facteurs influent sur les résultats des tests d'effort et doivent être pris en compte de manière systématique dans l'interprétations des résultats.

→ la qualité du sol : les vitesses atteintes dépendent évidemment étroitement des qualités mécaniques (élasticité et amortissement) des pistes utilisées. Dans le protocole LPG, tous les tests ont été réalisés sur la même piste, limitant ainsi l'influence de ce facteur de variation. L'état de la piste selon les conditions météorologiques (dure, normale ou fouillante) est également à l'origine de variation des paramètres V4 et V200 : par exemple un temps pluvieux rend la piste plus fouillante et les vitesses sont alors sous-évaluées. La réalisation des tests le même jour pour un maximum de chevaux a ainsi évité cette source d'erreur potentielle.

→ la température ambiante et le vent : les tests de début comme de fin de protocole ont été réalisés dans des conditions atmosphériques adéquates : T°c = 12° et absence de vent.

→ *l'état d'entraînement et le travail effectué entre les deux épreuves* : pour ces deux facteurs, l'appariement des chevaux au début de protocole selon leur stade d'entraînement et le contrôle de leur charge de travail effectué par le suivi d'entraînement mis en place ont permis de limiter ces facteurs de variation.

I.B.2.b. Le suivi d'entraînement

Il a été assuré, tous les jours, pendant les six semaines de protocole. Une fois les tests d'effort effectués et les paramètres : V2, V4, FC2*, et FC4* déterminés, des recommandations relatives à l'entraînement ont été données.

*Un calendrier proposant le rythme et l'intensité des travaux a été établi au jour le jour en collaboration avec l'entraîneur. Ces travaux ont ensuite été contrôlés systématiquement par le biais de la fréquence cardiaque, la vitesse et la lactatémie. Ainsi de nouvelles recommandations ont été données à l'issue de chaque travail contrôlé. Les types et les rythmes des travaux ont été déterminés en fonction du stade d'entraînement, et du programme de course pour les chevaux en compétition. Les chevaux ont effectué en moyenne deux à trois travaux par semaine, étant soit promenés en extérieur, soit mis au marcheur ou enfin mis au paddock le reste du temps.

Les différents types de travaux effectués comprenaient :

- Des travaux d'endurance ou de désaturation.

Ces travaux, de type essentiellement aérobie, se font à « V2 » = vitesse à laquelle la lactatémie post-travail atteint 2 mmol/l. Ils consistent, après un échauffement d'une dizaine de minutes à trotter 2 fois cinq minutes à une FC déterminée lors des tests d'effort = FC2 spécifique à chaque cheval et généralement comprise entre 170 et 200 battements/min. Entre ces 2 paliers, le cheval récupère pendant environ 2 minutes puis après la fin du deuxième palier pendant une dizaine de minutes. La prise de sang est effectuée à la fin du deuxième palier pour contrôler que la lactatémie se situe bien autour de 2 mmol/l. Ces travaux concernent principalement les chevaux en reprise d'entraînement (en les alternant avec des V4

) et sont aussi effectués comme travaux de désaturation après de gros efforts tels que les puissances et les courses.

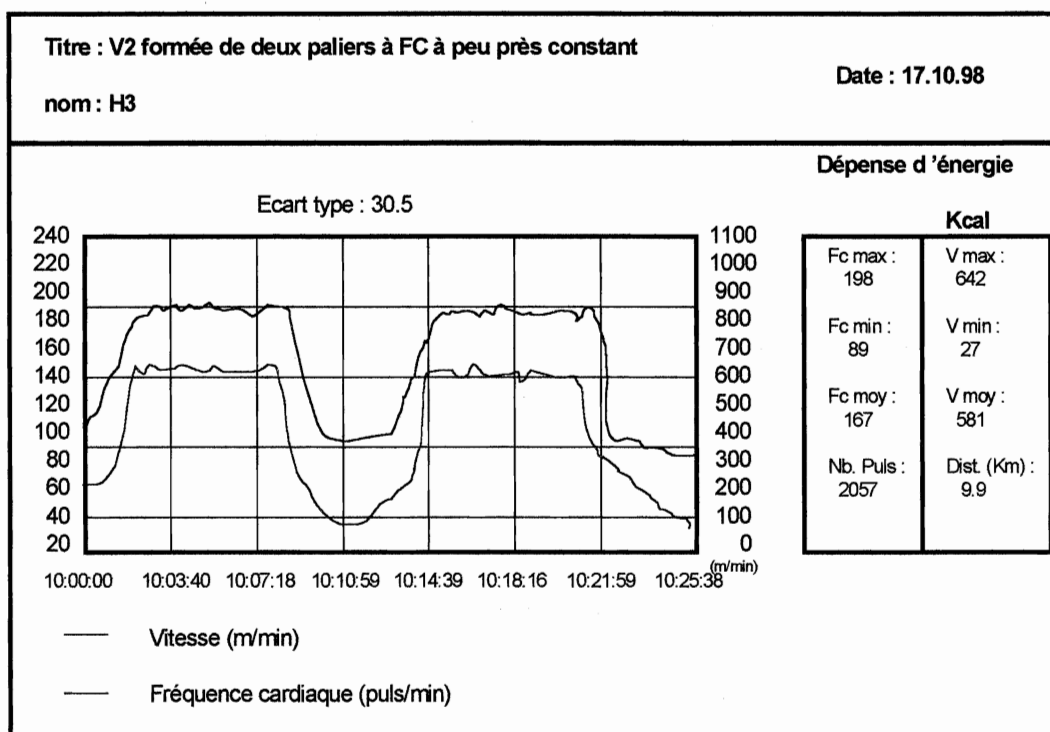


Figure 5 : Exemple de travail à V2 : La figure se décompose en deux paliers de cinq minutes avec les relevés de la vitesse et de la fréquence cardiaque

- Des travaux de capacités aérobie.

Ce type de travail s'effectue à « V4 » = vitesse à laquelle la lactatémie post-exercice est de 4 mmol/l. Ils consistent, après un échauffement d'une dizaine de minutes, en 3 paliers de 4 minutes à FC4 (généralement comprise entre 185 et 210 battements/min et là encore déterminée par le test d'effort de début de protocole), avec deux minutes de récupérations entre chaque palier. La prise de sang de contrôle de lactatémie était pratiquée à la fin du dernier palier, celui-ci étant suivi de dix minutes de récupération active. Ces travaux permettent de développer la « tenue » du cheval en élevant le seuil aéro-anaérobie de ce dernier. C'est à dire en développant de manière conjointe la production d'énergie aérobie et anaérobie lactique. Ces travaux peuvent en quelques semaines diminuer la lactatémie et la fréquence cardiaque à vitesse constante et donc augmenter la V4 et la V200. La courbe de lactatémie en fonction de la vitesse est ainsi déplacée vers la droite.

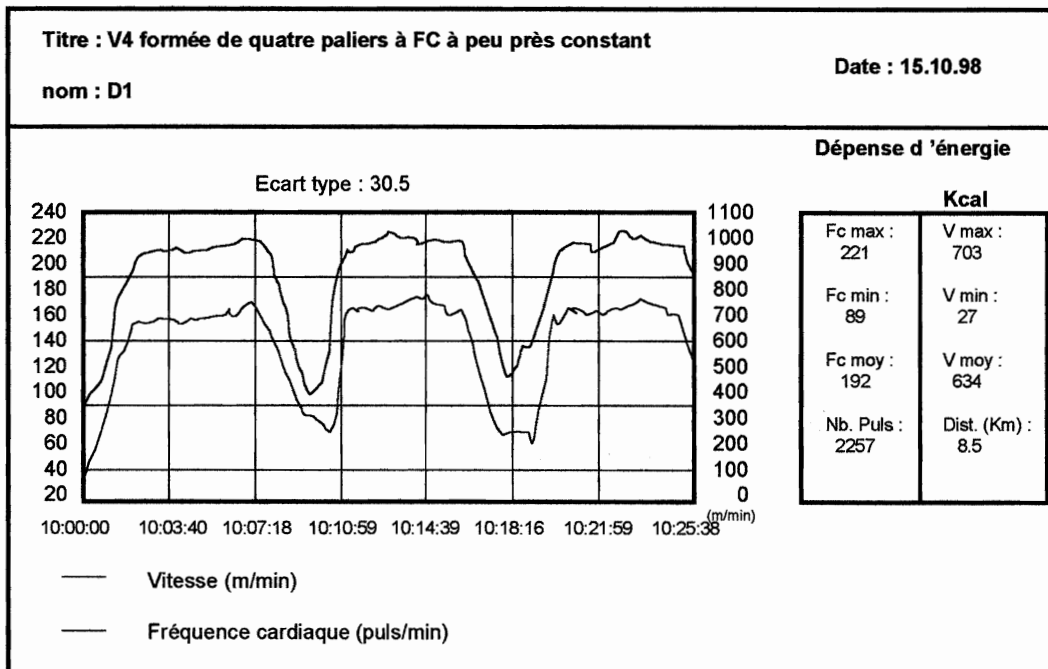


Figure 6 : Exemple de travail à V4 : La figure se décompose en trois paliers de quatre minutes avec les relevés de la vitesse et de la fréquence cardiaque.

- Des travaux mixtes de « V2 V4 V2 ».

Principalement destinés aux chevaux en reprise, ils représentent l'étape intermédiaire entre les deux types de travaux.

- Des Puissances Maximales Aérobie : (PMA).

Ces travaux correspondent à des travaux maximaux faisant intervenir les filières énergétiques aérobie et anaérobie lactique. Ils consistent, après un échauffement important, à travailler à fréquence cardiaque maximale ou submaximale et obtenir une lactatémie finale entre 15 et 20 mmol/l. Le cheval effectue 4 à 6 séries de 1 minute à vitesse quasi maximale que l'on appelle des « bouts vites ». Une récupération active longue est nécessaire à la fin de ce type de travail. Le cheval développe ainsi sa consommation maximale d'oxygène et « apprend » à tolérer les lactatémies élevées.

Le fractionnement du travail limite l'accumulation de fatigue liée au travail lactique. Ces exercices sont réservés aux chevaux en compétitions c'est à dire ayant un minimum de 2 mois de travail foncier derrière eux. Ils s'effectuent 8 à 10 jours avant la course et sont suivis d'un travail de V2 contrôlé.

- Des courses.

Dont le suivi sur le plan de la fréquence cardiaque et des lactates n'a pas été entrepris.

(Les fiches individuelles de tests d'effort et le calendrier d'entraînement de tous les chevaux du protocole ont été détaillés et analysés par le Dr vétérinaire LELEU, dans le cadre d'une autre thèse.)

I.B.3. Le suivi cinétique de CK

Afin de visualiser plus facilement la cinétique des CK, quatre prélèvements CK1, CK2, CK3 et CK4 furent effectués sur chaque cheval et après chaque travail, qu'il s'agisse d'une V2, d'une V4, d'une V2-V4-V2 ou d'une PMA.

| | |
|------|-----------------------|
| CPK1 | 2 heures Post-effort |
| CPK2 | 4 heures post-effort |
| CPK3 | 24 heures post-effort |
| CPK4 | 48 heures post-effort |

Tableau 7 : Heures des différents prélèvements.

Les prises de sang se faisaient toujours au calme soit dans le box, soit dans le paddock. Les prélèvements s'effectuaient au niveau de la veine jugulaire droite, sur tubes sec pour ceux qui seraient analysés l'après-midi même et sur tubes hépariné pour ceux qui le seraient 24 à 48 heures plus tard.

Pour qu'il n'y ait aucun doute sur la fiabilité de ces différentes analyses, nous avons comparé en début d'expérimentation les résultats obtenus sur tubes sec analysés le jour même et sur tubes hépariné analysés 48 heures après. Il n'y a aucune différence significative entre ces deux résultats pour un même cheval.

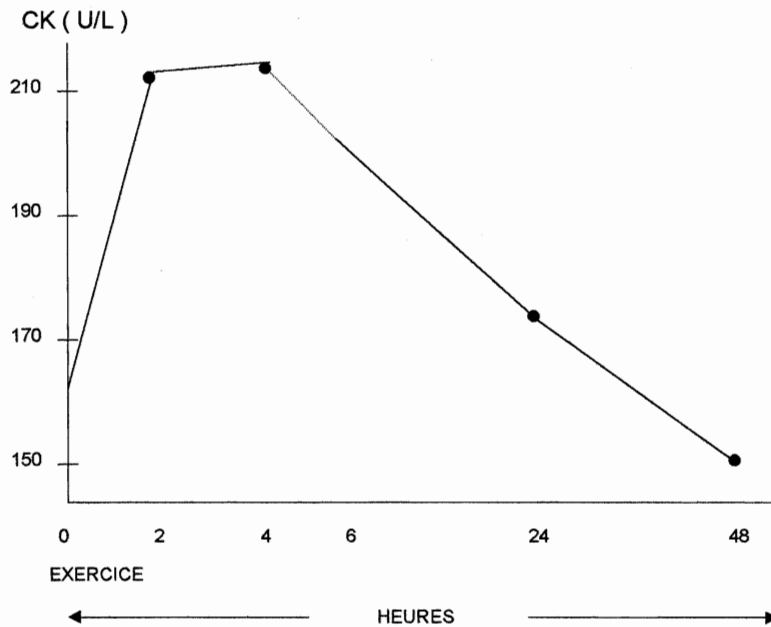


Figure 1 : Courbe moyenne des CK après un exercice concentrique, d'après l'étude en cours.

Les dosages de CK étaient assurés par le laboratoire d'analyse LBM de Laval, selon la méthode élaborée par VITROS CHEMISTRY, expliquée ci-dessous :

Emploi

Pour usage *in vitro*, les plaques CK mesurent la concentration de créatine kinase (CK) dans le sérum ou le plasma.

Explication sommaire

La créatine kinase, est une enzyme cellulaire largement répandue dans les tissus. La CK est essentiellement présente dans les muscles squelettiques et cardiaques. Son rôle physiologique est lié à la formation d'ATP intervenant dans la contraction musculaire et le système de transport cellulaire. La CK sérique augmente presque toujours après un infarctus du myocarde ou une

lésion des muscles squelettiques. Sa concentration est également élevée en cas de myocardite, quelle qu'en soit la cause, d'accident vasculaire cérébral, de rhabdomyolyse, de polymyosite et d'effort physique violent. La CK augmente également en cas de dystrophie musculaire : dans le cas de la myopathie de DUCHESNNE, des élévations de 20 à 200 fois supérieures à la normale sont fréquentes. Une diminution de la CK peut indiquer une réduction de la masse musculaire ou une atrophie musculaire. Les valeurs de référence de la créatine kinase doivent tenir compte de l'âge, du sexe et de l'activité physique du sujet. Ainsi chez les individus âgés ou ceux atteints d'une affection maligne à un stade avancé, la concentration en CK est faible.

Principe du dosage

Les plaques CK sont constituées d'un support polyester recouvert d'un film sec multicouche.

Une goutte de 11 μ l d'échantillon prélevé sur le patient est déposée sur la plaque puis répartie uniformément dans les couches sous-jacentes par la couche d'étalement. Cette dernière contient également de la N-acétylcystéine (NAC) servant à activer la CK sans qu'il soit nécessaire de prétraiter l'échantillon.

Lorsque l'échantillon est déposé sur la plaque, la créatine kinase catalyse la conversion de la phosphocréatine et de l'ADP en créatine et en ATP. En présence de glycérol kinase (GK), le glycérol est phosphorylé en L- α -glycérophosphate par l'ATP. L'oxydation du L- α -glycérophosphate en phospho-dihydroxyacétone et en peroxyde d'hydrogène survient en présence de L- α -glycérophosphate oxydase (α -GPO). Enfin, un leucodérivé est oxydé par le peroxyde d'hydrogène en présence de peroxydase pour former un colorant.

Les densités de réflexion sont contrôlées lors de l'incubation. La vitesse de modification de la densité de réflexion est ensuite convertie en activité enzymatique.

Séquence réactionnelle

Phospho-créatine + ADP \rightarrow (CK, NAC, Mg^{2+}) \rightarrow Créatine + ATP

ATP + Glycérol \rightarrow (GK) \rightarrow α -glycérophosphate + ADP

α -Glycérophosphate + O_2 \rightarrow (α -GPO) \rightarrow Dihydroxyacétone phosphate + H_2O_2

H_2O_2 + Leucodérivé \rightarrow (Péroxydase) \rightarrow Colorant

Type de test

Dosage enzymatique en cinétique

Longueur d'onde

670 nm

Délai d'obtention des résultats/température

Environ 5 minutes à 37°C.

I.B.4. Technique de massage

I.B.4.a. Examens palpatoires du cheval

L'entraîneur, le jockey ou bien le lad habitués à leurs chevaux sont d'excellentes sources d'informations sur le comportement, les habitudes ou les affections de chacun des chevaux qui entrent dans le protocole. Aborder le cheval avec des informations sur celui-ci permet de gagner plus rapidement sa confiance.

Un examen palpatoire est indispensable avant d'entreprendre un massage.

Le toucher, étant un sens privilégié chez un cheval souvent hyperesthésique, est le moyen le plus sûr moyen de gagner la confiance de ce dernier qui de par nature est souvent craintif et peureux.

C'est aussi pour le thérapeute une source étonnante de renseignements et d'informations, pour ce qui est des zones de chaleur, de contractures, de sensibilité, et des régions douloureuses. Ces éléments sont systématiquement repérés et notés.

Chaque équidé possède une morphologie et un volume spécifique influençant la durée du traitement. Pour cela, il convient d'apprécier au mieux ces deux éléments. Le périmètre thoracique serait la meilleure valeur pour classer les chevaux dans différentes catégories, mais cette mesure est peu usitée. Par contre, la hauteur, mesurée au garrot, est une valeur habituellement connue pour chaque cheval et facilement évaluable.

- Une fiche de suivi du cheval (**Cf I B 5 Paramètres mesurés pendant le massage**), comme celle ci-jointe peut-être un bon appoint et un bon aide-mémoire pour suivre l'évolution du cheval ainsi que sa réceptivité au traitement « LPG Equin ».

- Le cheval doit être récemment tondu et toujours correctement pansé. S'il y a trop de poussières ou de poils, l'absorption du pli de peau se fait mal.

I.B.4.b. Protocole de traitement

Les séances se déroulent toujours l'après-midi, après que le cheval se soit entraîné le matin.

Le protocole comprend 9 zones de traitement :
(Par habitude et comme il est convenu dans le monde équestre, le massage débute toujours par le côté gauche.)

- Hémicorps gauche
 - 1/ Encolure
 - 2/Epaule
 - 3/ Pont vertébral-tronc
 - 4/ Hanche et Croupe
 - 5/ poitrail et inter ars

- Hémicorps droit
 - 6/ Encolure
 - 7/ Epaule
 - 8/ Pont vertébral-tronc
 - 9/ Hanche et croupe

A chaque zone de traitement correspond un temps prédéterminé qui dépendra de la zone à traiter et aussi de la taille du cheval.

| ZONE | TEMPS |
|-------|---------------|
| 1 | 4 à 5 minutes |
| 2 | 4 minutes |
| 3 | 5 à 6 minutes |
| 4 | 4 minutes |
| 5 | 3 à 4 minutes |
| 6 | 4 à 5 minutes |
| 7 | 4 minutes |
| 8 | 5 à 6 minutes |
| 9 | 4 minutes |
| TOTAL | 37 à 42' |

Tableau 8 : Temps de massage par zone

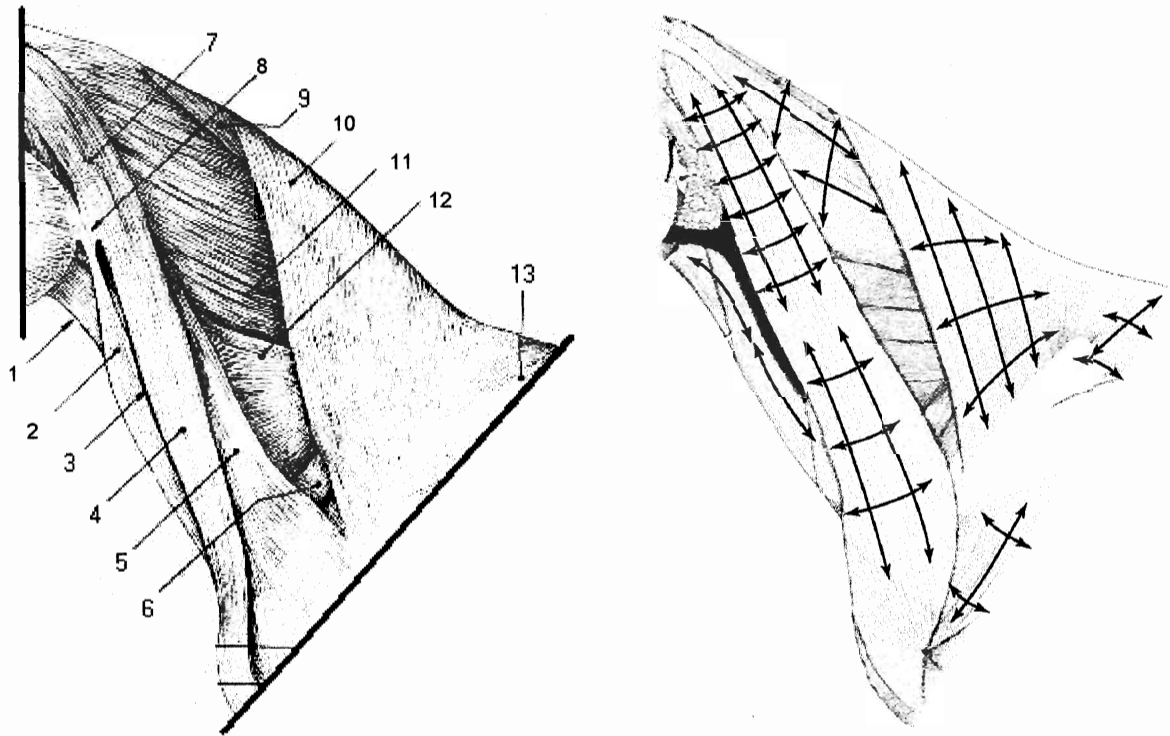
Après avoir :

- Placé et vérifié l'appareil LPG,
- installé le cheval dans le box de soins.
- vérifié les divers éléments d'informations de la fiche de soins,
- sélectionné le programme,
- repris contact manuellement avec le cheval, et l'avoir mis en confiance (bruit de la pompe et contact de la tête de massage), la séance proprement dite peut alors débuter.

RAPPEL : Toute séance doit débuter par l'encolure du côté gauche, première zone du programme sélectionné.

Le temps initialement prévu et programmé pour chaque phase de traitement doit être respecté. Seul dans le mode libre, mais pour des praticiens expérimentés, l'appréciation de la durée sera fonction de l'état de détente provoqué par le massage.

I.B.4.b.i. L'Encolure



- | | |
|---|--|
| 1 : <i>muscle omo-hyoïdien</i> | 2 : <i>muscle sterno-céphalique</i> |
| 3 : <i>sillon jugulaire</i> | 4 : <i>muscle brachio-céphalique</i> |
| 5 : <i>muscle omo-transversaire</i> | 6 : <i>muscle subclavier</i> |
| 7 : <i>terminaison du muscle brachio-céphalique</i> | |
| 8 : <i>fascia sousparotidien</i> | 9 : <i>muscle rhomboïde cervical</i> |
| 10 : <i>muscle trapèze</i> | 11 : <i>muscle splénus</i> |
| 12 : <i>muscle dentelé du cou</i> | 13 : <i>muscle trapèze (partie thoracique)</i> |

Figure 7 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires de l'encolure.

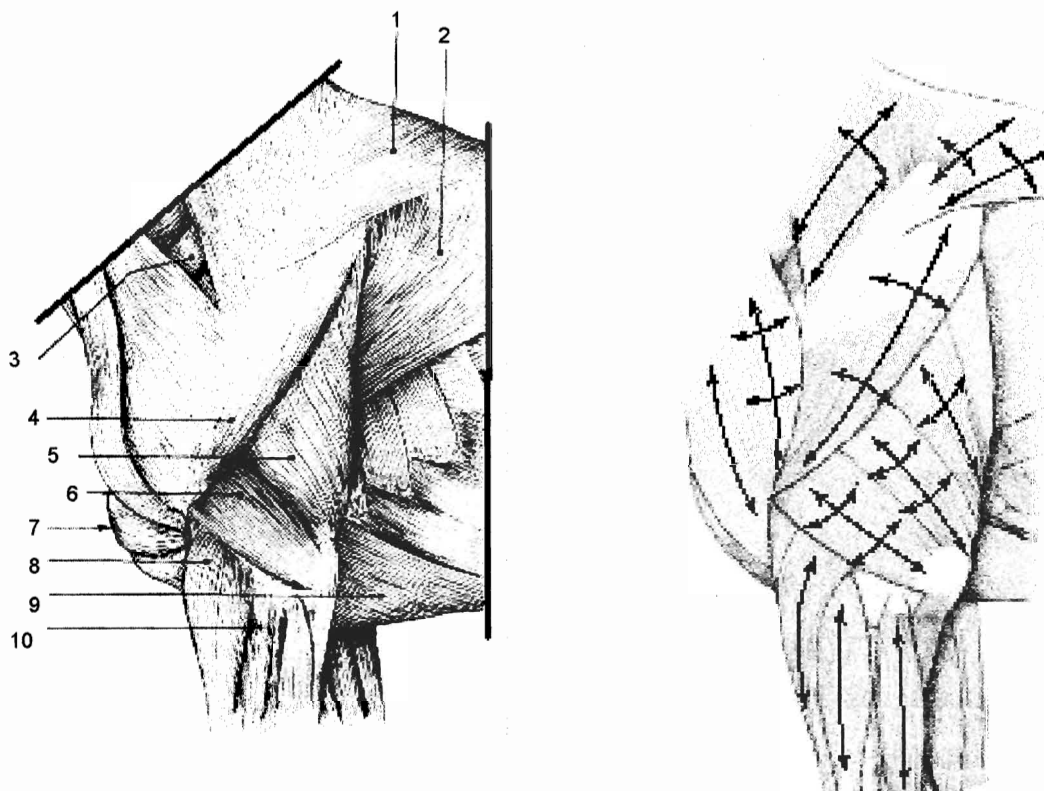
Des manœuvres longues et lentes le long de l'encolure, en dessous de la ligne d'insertion de la crinière, seront les premiers tracés à entreprendre. Ils permettront, là encore, de donner confiance au cheval. Le trapèze, dans sa partie cervical, le rhomboïde et le splénus sont concernés.

Poursuivre par des manœuvres lentes et profondes sur le trajet du brachio-céphalique et de l'omo-transversaire.

Dans un premier temps, la tête de l'appareil sera parallèle à l'axe principal des masses musculaires. Puis, il faut reprendre les mêmes manœuvres la tête perpendiculaire au grand axe des différentes masses musculaires décrites.

Des manœuvres d' « appuyé » et « soulagé » de la tête seront alternées dans le but de faciliter le décollement du cuir.

I.B.4.b.ii. L'Épaule

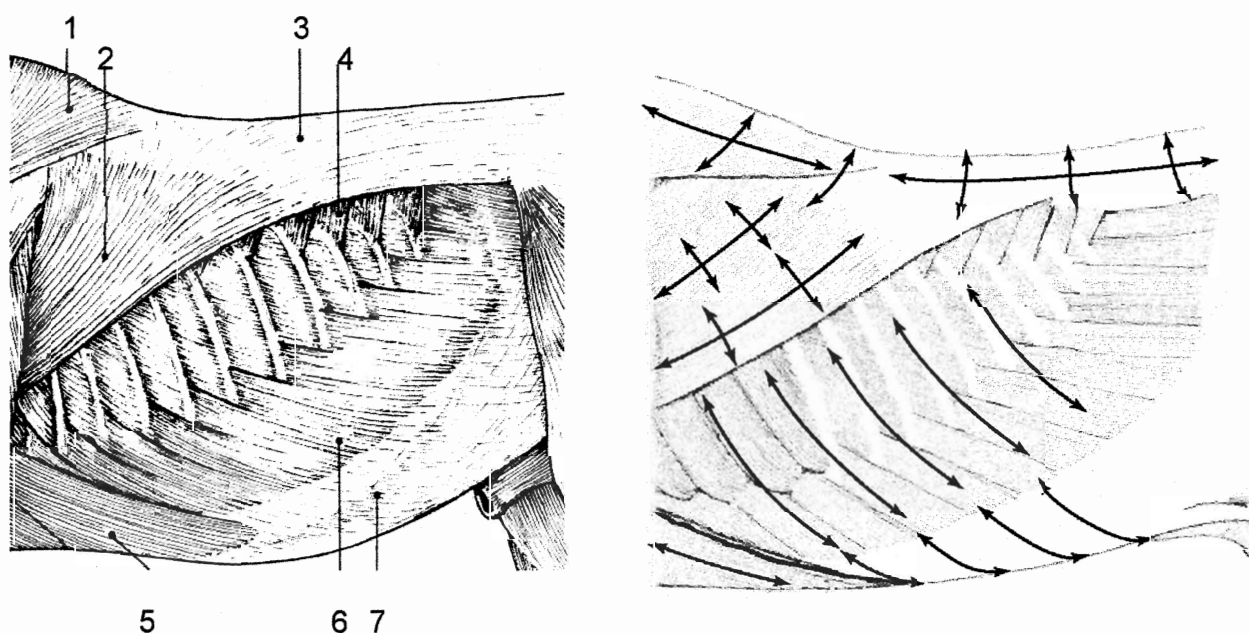


- 1 : *muscle trapèze* 2 : *muscle grand dorsal*
3 : *muscle subclavier* 4 : *muscle deltoïde*
5 : *muscle triceps brachial (chef long)* 6 : *muscle triceps brachial (chef court)*
7 : *muscle pectoral descendant* 8 : *muscle extenseur radial du carpe*
9 : *muscle pectoral ascendant* 10 : *muscle extenseur dorsal du doigt*

Figure 8 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires de l'épaule.

Comme précédemment décrit les tracés se feront selon les deux positions de la tête en commençant tout d'abord par le trapèze cervical et dorsal de part et d'autre du garrot. Puis descendre le long de l'infra épineux et de supra épineux, poursuivre par des tracés sur les masses du deltoïde et du triceps brachial, et terminer par de petits tracés sur les extenseurs du carpe (radial, dorsal, oblique, latéral) et ulnaire latéral.

I.B.4.b.iii. Pont vertébral Tronc



- 1 : *muscle trapèze* 2 : *muscle grand dorsal*
 3 : *fascia thoraco-lombaire* 4 : *muscle dentelé dorsal caudal*
 5 : *muscle pectoral ascendant*
 6 : *muscle oblique externe de l'abdomen (partie charnue)*
 7 : *muscle oblique externe de l'abdomen (aponévrose)*

Figure 9 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires du tronc.

Cette zone devra être traitée avec précaution car elle peut être plus sensible en de nombreux endroits. (zone rotulienne, zone métamérique ovarienne pour les juments, etc ...)

Il est important de débiter par le fessier superficiel, le fessier moyen, le tenseur de fascia lata, le fascia glutéal et le glutéo biceps. Le demi tendineux et le demi membraneux seront à traiter dans un second temps en y portant une très grande attention. Les extenseurs du doigt et les vastes seront à traiter avec précaution. Là encore, comme précédemment, les deux positions de la tête seront utilisées.

I.B.4.b.v. Poitrail et Inter-ars



- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 : <i>muscle sterno-céphalique</i> | 2 : <i>muscle brachio-céphalique</i> |
| 3 : <i>faisceau sternal du muscle sphincter du cou</i> | |
| 4 : <i>triangle delto-pectoral</i> | 5 : <i>muscle pectoral descendant</i> |
| 6 : <i>muscle pectoral transverse</i> | 7 : <i>muscle trapèze</i> |

Figure 11 : Tracées des lignes de massage correspondant aux grands groupes musculaires du poitrail et de l'inter-ars.

Pour cette zone, étant donnée l'importance des volumes des différentes masses musculaires du poitrail et de l'inter-ars, il faudra placer la tête de l'appareil au mieux pour traiter le pectoral descendant, le pectoral transverse et remonter sur le long du sterno-céphalique de chaque côté du sillon jugulaire. Le pectoral ascendant sera traité en dernier par des manœuvres lentes et appuyées.

Puis il conviendra de reprendre les mêmes tracés sur l'hémicorps droit, en respectant là aussi la chronologie des zones et les temps pré-programmés.

I.B.5. Paramètres mesurés pendant le massage

I.B.5.a. Fréquence cardiaque

A l'aide d'un stéthoscope et d'un chronomètre, on mesure le nombre de battements cardiaques sur trente secondes. Le résultat est ensuite multiplié par deux pour obtenir un nombre de pulsation par minute.

Cette fréquence est mesurée trois fois au cours d'une séance de massage. Toujours au calme, la première prise est effectuée peu de temps après l'arrivée du cheval dans la salle de soins. La deuxième est prise au milieu de la séance, c'est à dire juste avant que le massage n'ait changé de côté, puis la troisième à la fin de la séance.

Le but de cette prise de données est d'établir ultérieurement, après analyse, un effet direct ou indirect du massage sur cette même donnée. Dans le cas d'un effet apaisant, on pourra s'attendre à une diminution de la fréquence cardiaque pendant la durée du massage. Alors que dans le cas d'un effet stimulant voir stressant, on trouvera une fréquence cardiaque croissante durant le massage, ou bien on ne trouvera aucun effet avec une fréquence cardiaque stable du début à la fin du massage. (Cf Tableau 9)

| Date | Attitude générale | Contractures chaleurs | FC | FR | Baillements | crottins | Mise en décharges | Abaissements encolures | Commentaires |
|--------|-------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------|----------|---------------------|------------------------|--|
| CV N°1 | Calme | Contractures épaule G et thoraco-lombaire G | FC1= 34 FC2= 26 FC3= 28 | FR1= 8 FR2= 10 FR3= 10 | I | I | | G : ++ D : + | |
| CV N°2 | Alerte | Contracture T18 Chaleur épaule G et fémoraux caudaux surtout à D | FC1= 50 FC2= 44 FC3= 40 | FR1= 10 FR2= 9 FR3= | | | G : +++ D : ++++ | G : + | Diminution contracture T18 et épaule après massage |
| CV N°3 | Calme | Fémoraux caudaux plus contracturés à G | FC1= 40 FC2= 42 FC3= 42 | FR1= 12 FR2= 14 FR3= 18 | II | I | | G : + D : ++ | |
| CV N°4 | Calme | Contracture base de l'encolure | FC1= 40 FC2= 38 FC3= 38 | FR1= 24 FR2= 22 FR3= 26 | | | G : ++ D : ++++ | G : ++ D : ++ | Musculature tonique |
| CV N°5 | Agité | | FC1= 54 FC2= 48 FC3= 48 | FR1= 14 FR2= 20 FR3= 14 | | I | G : + D : ++ | | |

Tableau 9 : Feuille de suivi des chevaux pendant le massage

I.B.5.b. Fréquence respiratoire

Toujours à l'aide du chronomètre, on compte le nombre de mouvements inspiratoires et expiratoires du cheval, sur trente secondes. On double également pour obtenir le nombre de mouvements respiratoires par minute.

Les différentes mesures s'effectuent aux mêmes moments que pour la fréquence cardiaque.

Le but de cette prise de donnée est similaire à celui de la prise de la fréquence cardiaque. (Cf Tableau 9)

I.B.5.c. Le port de tête

Pour les besoins de l'étude, la convention fut que si le port de tête du cheval était inférieur à l'horizontale, le cheval était considéré comme détendu. Si le port de tête était à l'horizontale, cela était considéré comme sans effet, et si il était supérieur à l'horizontale comme non relaxé, trop attentif à son environnement, voir à la limite de la nervosité.

Pour ne pas alourdir le protocole, personne ne chronométra les durées des différents port de tête de l'animal au cour du massage. Par contre, une mention qualitative générale de cette donnée sur l'ensemble de la séance fut laissée à l'appréciation du masseur.

Le but étant d'obtenir une notion de l'état de relaxation de l'animal pendant le traitement.

I.B.5.d. Zone de chaleur-contracture

Avant chaque séance le kinésithérapeute palpe l'ensemble des masses musculaires encadrant le rachis. Il détecte ainsi les contractures et les zones de chaleurs éventuelles. Tout est inscrit sur les feuilles de suivi (Cf Tableau 9). Il fut possible ainsi de constater l'évolution de ces zones de chaleur ou de contractures au fur et à mesure que l'on avançait dans le protocole.

On a pu, par cette donnée, se rendre compte plus rapidement de l'effet du massage sur l'état de la musculature dorsale des chevaux.

I.B.5.e. Les crottins

Le nombre de crottins émis par le cheval pendant la séance fut également inscrit sur la feuille de suivi. Il est le témoin indirect de l'état de stress du cheval, sachant que le stress augmente l'activité digestive en agissant sur le péristaltisme et par conséquent la fréquence d'émission des crottins.

Grâce à ces informations sur l'état de nervosité ou de relaxation du cheval, on obtient, il est vrai de manière indirecte et subjective, un profil de l'état émotionnel de l'animal pendant le massage.

II. RESULTATS

II.A. RESULTATS INDIVIDUELS

II.A.1. Résultats cliniques

L'ensemble des modifications cliniques pré et post protocole est résumé dans les tableaux suivant :

| D1 (massée) | | F1 (non massée) | |
|--|--|---|---|
| Ex Clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 | Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 |
| <u>Ex. Statique</u> | <u>Ex. Statique</u> | <u>E. Statique</u> | <u>Ex. Statique</u> |
| Flexion boulet AG Et AD : 3/5 | Idem | Planche G 1/5 Planche D 2/5 | Planche G 0/5 Planche D 0/5 |
| Dos sensible | Dos souple et moins sensible | Extension dorsale difficile | Idem |
| Psoas sensibles : 3/5 à D, 2/5 à G | Psoas insensibles | Psoas insensibles | Sensibilité psoas 1/5 |
| <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> |
| Flex.boulet AD 2/5 Flex.boulet AG 2/5 Flex.Jarret G 3/5 Flex.Jarret D 1/5 | Flex.boulet AD 1/5 Flex.boulet AG 0/5 Idem Idem | Flex. Jarret G 1/5 Flex. boulet AD 0/5 | Flex. Jarret G 0/5 Flex. boulet AD 2/5 |

Tableau 10 : Résultats des examens cliniques du couple D1/F1.

| F3 (massée) | | F4 (non massée) | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|
| Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 | Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 |
| <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> |
| Flex. AD et AG 3/5 | Flex AD etAG 0/5 | Dos souple | Idem |
| Extension épaule G 3/5 D2/5 | Idem | Psoas sensible à D 1/5 et 2/5 à G | Idem |
| Mobilisation du rachis ↓ | Idem | Amyotrophie Fessière G | Idem |
| Sensibilité Ovarienne G | Absente | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> |
| <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | Flex. boulet AD 1/5 | Flex.boulet AD 0/5 |
| Flex.boulet AD et AG 1/5 | Flex.boulet D et G 0/5 | Flex.jarret G 0/5 | Flex. Jarret G 1/5 |

Tableau 11 : Résultats des examens cliniques du couple F3/F4.

| G1 (massé) | | F2 (non massé) | |
|--------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 | Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 |
| <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> |
| Pieds AD et AG sensibles | Idem | Planche G 1/5 Planche D 0/5 | Planche G 2/5 Planche D 3/5 |
| Dos raide | Dos très souple | Psoas Sensibles 2/5 | Idem |
| <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | | |
| Test surfaix 2/5 | Idem | Mobilisation du rachis ↓ | Idem |
| Flex.boulet AD 0/5 | Flex. boulet AD 1/5 | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> |
| Flex.Jarret G 0/5 | Flex. Jarret G 1/5 | Flex. Boulet AD 0/5 | Flex. Boulet Ad 1/5 |
| Flex. Jarret D 2/5 | Flex. jarret D 0/5 | Flex. Jarret G 0/5 | Flex. Jarret G 1/5 |

Tableau 12 : Résultats des examens cliniques du couples G1/F2.

| G2 (massée) | | G3 (non massé) | |
|--|--|---------------------------------|----------------------|
| Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 | Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 |
| <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> |
| Sensibilité : Pied AD : 2/5 AG : 0/5 | Sensibilité : Pied AD : 0/5 AG : 1/5 | Cyphose lombaire | Idem |
| Planche G 1/5 Planche D 0/5 | Planche G 1/5 Planche D 1/5 | Mobilisation du rachis ↓ | Idem |
| Mobilisation Rachis normale | Mobilisation ↑ | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> |
| <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | Raideur | Idem |
| Flex. jarret G 1/5 | Flex. jarret G 1/5 | Flex. jarret G 0/5 | Flex. jarret G 1/5 |
| Flex. jarret D 1/5 | Flex. jarret D 0/5 | Flex. jarret D 0/5 | Flex. jarret D 1/5 |

Tableau 13 : Résultats des examens cliniques du couple G2/G3.

| H1 (massé) | | H2 (non massé) | |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 | Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 |
| <u>Ex statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> |
| Mauvais aplombs | | Planche D et G 2/5 | Planche D et G 0/5 |
| Mobilisation du rachis ↓ | Idem | Sensibilité Fessière | Idem |
| Sensibilité Lombaire | Idem | Psoas sensibles à D 2/5 | Idem à G |
| <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> | <u>Ex. Dynamique</u> |
| Raideur dorsale | Idem | Raideur | Idem |
| Flex.boulet AG 2/5 | Flex. Boulet AG 0/5 | | Boiterie AD |
| Flex. jarret D 0/5 | Flex. jarret D 1/5 | | |

Tableau 14 : Résultats des examens cliniques du couples H1/H2.

| H3 (massée) | | H4 (non massée) | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 | Ex clinique 30/09 | Ex clinique 12/11 |
| <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> | <u>Ex Statique</u> |
| Mobilisation Lombo-sacrée Nulle | Dos souple et mobilisable | Raide | Idem |
| <i>Ex. Dynamique</i> | <i>Ex. Dynamique</i> | Psoas D et G Sensibles 2/5 | Idem |
| Test Surfaix + 1/5 | Test surfaix : 0/5 | <i>Ex. Dynamique</i> | <i>Ex. Dynamique</i> |
| Flexion jarret D 2/5 | Flexion jarret D 0/5 | Test surfaix + 3/5 | Idem |
| | | Flexion boulet AD 1/5 | |
| | | Flexion jarret D 2/5 | Flexion jarret D 2/5 |
| | | Flexion jarret G 0/5 | Flexion G 1/5 |

Tableau 15 : résultats des examens cliniques du couples H3/H4.

Chez cinq des six chevaux massés, des modifications importantes ont été notées lors de l'examen palpatoire et de la mobilisation du dos. La jument H3 pour laquelle une absence de mobilisation de la jonction lombo-sacrée avait été observée le 30/09 présentait un dos souple et bien mobilisable le 12/11.

De même, la jument G2 a particulièrement bien répondu aux massages sur ce plan précis. Par contre, H1 n'a pas montré d'amélioration au niveau de son examen clinique, un dos très raide a été observé lors de deux examens. On peut toutefois noter qu'il présentait une conformation particulièrement mauvaise favorisant les dorsalgies avec un dos long et de mauvais aplombs.

II.A.2. Résultats des suivis de CK

Les résultats se trouvent dans les tableaux de l'**Annexe 3**.
Ils y sont également répertoriés par couple.

II.A.3. Résultats des paramètres étudiés pendant le massage

Les deux résultats nous intéressant particulièrement sont la *fréquence cardiaque* et la *fréquence respiratoire*. Données sur lesquelles une analyse statistique a été effectuée.

Les résultats se trouvent dans l'**Annexe 4**.

Les résultats des autres paramètres mesurés lors du massage tels que les abaissements d'encolure, les bâillements, et les mises en décharge des postérieurs sont également prises en compte, mais aucune statistique n'a été entreprise sur ces paramètres. Des observations seront faites à leur sujet dans la discussion.

II.B. RESULTATS STATISTIQUES

Toutes les analyses ont été faites sur le même modèle. Il s'agit d'une analyse de la variance ou test F qui est, en fait le rapport de la variation de l'effet que l'on cherche sur la variance résiduelle inexpliquée qui correspond à ce que les anglophones appellent « l'error ». Le seuil significatif est fixé à $P=0.05$.

II.B.1. Analyse des cinétiques de CK

Cette variable est distribuée de différentes façons, selon les classes dans lesquelles on les répertorie. Quatre classes sont programmées : la classe « individus », la classe « temps » (correspondants aux différents temps des prises de sang, $T1 \equiv CPK1$, $T2 \equiv CPK2$, $T3 \equiv CPK3$, $T4 \equiv CPK4$), la classe « type de travail » ($V2$, $V4$, $V2-V4-V2$) et la classe « lot » (le lot N°1 étant le lot massé et le lot N°2 le lot non massé).

La classe « individus » fut réduite à 6 au lieu de 7, puisqu'une des juments atteinte de myosite chronique, montrait des valeurs de CK bien supérieures à la normale et donc non représentative du lot.

II.B.1.a. Première variable : CK

Pour cette donnée, on a constaté un effet individu, type de travail, temps et lot très significatif.

Par le test LS Means :

→ Les temps 1 et 2 sont identiques, mais significativement supérieurs aux temps 3 et 4.

Il existe une différence significative entre le temps 3 et 4, avec le temps 3 supérieur au temps 4.

Ceci est en accord avec la courbe moyenne de la cinétique de CK après effort (Cf **Figure 1**). On trouve un pic aux environs de 4 heures après l'effort et une descente progressive pendant les 48 heures suivantes.

→ Il existe également une différence significative entre le lot massé et le lot non massé. (Avec une moyenne des taux de CK du lot massé = 200.937 UI/L et une moyenne du lot non massé = 173.184 UI/L)

II.B.1.b. Deuxièmes variables : D13, D23, D14, D24

Ces variables D13, D23, D14, D24 sont les différences entre CK1 et CK3 pour D13, la différence entre CK2 et CK3 pour D23 et ainsi de suite...

Nous n'avons trouvé aucune différence significative pour ces variables et quelque soit la classe, si ce n'est pour D13 où le seuil de signification était presque atteint ($F=0.06$) pour la classe « lot ». (Avec une moyenne pour le lot massé de 54.81 et une moyenne de 33.09 pour le lot non massé.)

Les autres analyses statistiques n'ont rien donné de concluant, sur ce paramètre.

II.B.2. Analyse des paramètres étudiés pendant le massage

Les variables suivantes sont distribuées selon différentes classes, la « période » (P1= prise de donnée avant massage, P2= au milieu et P3= après) et les « individus » (ici au nombre de 6).

II.B.2.a. Variable : Fréquence cardiaque

On trouve un effet période et individu très significatif. Par contre il n'y a pas d'interaction période-individu puisque $F=0.5992$.

C'est à dire que l'on peut considérer que tous les individus évoluent de la même façon.

→ La fréquence cardiaque au cours de la période 1 est significativement plus élevée que la période 2 et 3, avec aucune différence significative entre ces deux périodes.

→ Les individus D1 et G2 sont, pour la fréquence cardiaque, différents des autres individus.

→ Il n'existe pas de différence significative de la fréquence cardiaque au cours P1 entre le début et la fin du protocole.

II.B.2.b. Variable : fréquence respiratoire

Même chose, on trouve un effet période et individu très significatif, sans interaction entre les deux.

→ On n'enregistre pas de différence significative entre les différentes périodes.

→ L'individu D1 est différent de tous les autres pour la variable FR.

→ Il n'existe pas de différence significative pour la fréquence respiratoire au cours de P1 entre le début et la fin du protocole.

III. DISCUSSION

III.A. LA METHODE

III.A.1.L'entraînement

La méthode PEGASE permet un très bon suivi, par le biais des différents paramètres mesurés (lactate, vitesse, FC) (*18). A partir de ces données et avec l'aide du logiciel « fitsoft equus 2 » (fabriqué par BAUMMAN et HALDI-POLAR en SUISSE), on a la possibilité de faire des moyennes pour chaque travail. Ensuite, au fur et à mesure que le protocole avance, l'évolution de ces moyennes peut être observée et nous renseigne sur l'état de condition et physiologique du cheval. Par la lactatémie on sait également si le cheval a dépassé ou non son seuil aérobie. (Chose non inquiétante lors d'une PMA : Puissance maximale aérobie.). Par conséquent cette méthode nous donne une idée précise du stade d'entraînement du cheval, ce qui est très important, dans le sens où il représente le facteur de décision de présentation en compétition. C'est une méthode très différente de l'entraînement classique, du moins dans les écuries de trotteur, où seul l'avis de l'entraîneur, après observation sur la piste, compte. La part de subjectivité sur l'état de forme de l'athlète est fortement réduite.

Cet entraînement mieux orienté conduit à une amélioration de certains paramètres énergétiques et notamment la V200. (Une étude de ces paramètres a été entreprise et fait l'objet d'une autre thèse).

Dans le cadre de ces améliorations, on peut s'attendre à une augmentation du débit sanguin périphérique. Si ce débit augmente, en présence de lésions musculaires, le relargage d'enzymes dans le sang, telles que CPK, ASAT, LDH, sera augmenté, puisque le muscle sera mieux irrigué. Donc une influence, dans le sens d'une augmentation générale du taux d'enzymes dans le sang est à envisager.

Toujours dans ce même cas de figure, où la méthode d'entraînement améliore les capacités physiques et physiologiques du cheval, on peut penser que les organes vitaux, alors mieux adaptés à l'effort, vont diminuer leur métabolisme de repos, avec

une baisse de FC et FR au repos. Or, ce n'est pas le cas puisque les prises de ces données à la période 1, sont des prises effectuées au repos, et les statistiques nous confirment qu'il n'y a aucune évolution de ces données sur l'ensemble de l'expérimentation. (cf statistiques et effets du massage sur paramètres mesurés). Plus haut, a été mentionné que les deux chevaux d'un même couple n'ont pas effectué le même nombre et les même types de travail sur l'ensemble de l'étude. Celui qui aura travaillé le plus dur sur l'ensemble du protocole, ressentira une fatigue générale plus importante que celle de son homologue. Ce même cheval récupérera moins vite de ses efforts, avec par conséquent un taux de CK dans le sang plus longtemps que la normale, sachant que l'élimination sera moins bonne sur un organisme fatigué. (*4, *46, *59)

Beaucoup d'autres éléments relatifs à l'entraînement, tel le changement de driveur, l'état variable de la piste, le travail sur piste ronde ou sur ligne droite, devraient être pris en compte, pour savoir s'ils influencent les paramètres observés. (Tout cela est décrit dans le cadre d'une autre thèse sur le massage LPG.)

En conclusion, cette technique d'entraînement peut influencer certains paramètres observés. Il sera donc difficile de savoir pour ceux-là, si les observations faites à leurs sujet sont dues au massage ou à l'entraînement.

III.A.2. Les chevaux

◆ Le fait qu'il s'agissent de trotteurs est très important et présente plusieurs avantages. D'une part, pour la méthode d'entraînement et surtout le suivi, les roues du sulky, les brancards et le harnais sont de très bons supports pour le fréquence-mètre, les électrodes et le compteur qui permettent de mesurer la fréquence cardiaque et la vitesse. Donc des commodités évidentes sont apportées par l'harnachement.

D'autre part, il découle de la discipline elle-même des affections bien spécifiques avec beaucoup de dorsalgies. Le but de cette expérimentation étant de tester un appareil de massage et de savoir notamment s'il a un effet quelconque sur ces douleurs dorsales. (cf introduction)

C'est pourquoi, une étude sur cette race de chevaux est particulièrement intéressante, au regard de l'effort sportif qu'on en attend.

◆ Les critères de choix des chevaux :

De l'âge dépend la maturité de la structure osseuse de l'athlète, et l'on sait que de cette dernière dépend une partie de la résistance physique à l'entraînement ainsi que la formation de pathologies sur des articulations encore trop jeunes.

Ici, la différence d'âge n'excède pas deux ans. Une telle différence n'a que peu d'importance sur des chevaux dont la maturité osseuse est atteinte, or tous les couples de l'expérimentation dont l'âge des chevaux diffère, sont dans ce cas. (Les couples D2-E1, 7 et 6 ans ; D1-F1, 7 et 5 ans ; G1-F2, 4 et 5 ans.) On considère qu'un cheval n'a plus de cartilage de conjugaison à partir de 4 ans. Les autres couples plus jeunes sont classés par même tranche d'âge (ex : H1-H2, 3 ans), donc même si leur croissance n'est pas achevée, ils ont tous des degrés d'ossification à peu près identiques.

Les chevaux de deux ans ont été exclus pour différentes raisons évidentes. Sortant pour beaucoup du débouillage, la plupart n'ont pas encore une condition physique convenable leur permettant de supporter un entraînement intensif du jour au lendemain. Par conséquent le nombre de chevaux de cet âge était insuffisant ne serait-ce que pour former un couple.

On sait que l'âge des chevaux est fonction de l'année de naissance et non du mois. Donc on pourra trouver des poulains avec une différence d'âge importante sur leur courbe de développement, en fonction de leur naissance, à savoir s'ils sont nés en début ou fin d'année.

Les chevaux d'un même couple, doivent être les plus ressemblants possible et réagir de la même façon à une dose similaire de travail. C'est à dire qu'après une séance de V4 par exemple, les deux chevaux doivent finir à un taux de fatigue comparable. (Qui se traduira ici par une lactatémie post-effort à peu près identique.) Pour atteindre cet objectif, le plus simple était de prendre des chevaux à un stade d'entraînement sensiblement équivalent, ce qui a été respecté dans ce protocole. Les deux chevaux en phase de reprise d'entraînement ont été mis ensemble (F2-G1) alors que tous les autres sont à un stade de compétition ou sur le point de courir. Ils

sont donc tous à une phase d'entraînement qui tend à se rapprocher de la condition physique optimale.

Un autre critère important, mais malheureusement dont on a que très peu tenu compte, ici (puisqu'il est impossible de tous les conjuguer) est le résultat en compétition. Ce critère non respecté peut avoir un effet néfaste dans le sens où le couple, dont l'un est performant alors que l'autre non, n'est pas homogène. Cela se traduit par le fait que les deux chevaux ont une condition physique différente et ne sont pas à même de subir une charge de travail donnée en réagissant physiologiquement de la même façon. L'un des deux peut très bien être sous l'emprise d'une affection sous-jacente. D'ailleurs plusieurs couples de chevaux montrent une clinique très différentes. Sachant que les affections locomotrices représentent un des premiers facteurs de non-performance, il est intéressant de suivre les chevaux massés non performants, en essayant de savoir si leur clinique était mauvaise en début de protocole et si elle a évolué favorablement. Il en va de même, mais à l'opposé pour les chevaux non massés, non performants et avec une clinique médiocre au départ, en essayant toujours de savoir si cette clinique persiste ou si elle évolue.

Pour cause d'effectif insuffisant et d'une durée d'expérimentation trop brève, la clinique a pu être observée mais pas la performance.

Il est par conséquent très difficile de former des couples homogènes, c'est pourquoi nous avons choisi ces différents critères qui nous semblaient les plus judicieux. Certains n'ont malheureusement pas pu être rigoureusement respectés.

III.A.3. Les personnes impliquées

III.A.3.a. Le Dr Anne COUROUCE et le kinésithérapeute JC COUTANT

Le Dr Vétérinaire Anne COUROUCE travail pour un groupe de recherche: « PEGASE-MAYENNE », spécialisé en médecine sportive équine.

Ce groupe a étudié et mis en place une méthode d'entraînement, dérivé des techniques utilisées chez l'homme, comprenant une prise de fréquence cardiaque et

de vitesse pendant l'effort, ainsi que le lactate juste après. (Cf **I B 2 Test d'effort et suivi d'entraînement**) C'est une méthode, à jour, permettant de suivre le cheval au quotidien et de savoir à tout moment où il en est de sa préparation physique. Le fait que le Dr COUROUCE maîtrise cette méthode, nous a fait gagner beaucoup de temps, puisqu'elle s'est occupée chaque semaine de l'interprétation des résultats recueillis. Ainsi elle a pu ajuster après chaque travail et pour chaque cheval, la vitesse des V2, V4 et V200.

Le Dr COUROUCE s'est également occupé des tests d'effort, fondamentaux pour la mise en route de l'entraînement « PEGASE ». Ces tests permettent d'avoir une idée précise du niveau d'entraînement du cheval en calculant différents paramètres énergétiques spécifiques de ce dernier, comme la V2, la V4, la Vmax et V200, indispensables pour la suite du programme de travail.

Travaillant avec des entraîneurs, depuis déjà plusieurs années, le Dr COUROUCE est régulièrement confrontée aux affections spécifiques du trotteur, ce qui lui confère crédibilité et objectivité lors de l'examen clinique des chevaux en association avec le Dr CORDE. La juxtaposition des évaluations clinique et instrumentale de l'état de « forme » des chevaux suivis est très intéressant puisque cela lui permet également de suspecter une affection respiratoire ou locomotrice à partir de cette méthode de suivi, avant même qu'il n'y ait de véritables éléments cliniques.

JC COUTANT, Kinésithérapeute et attiré par le monde du cheval, s'est intéressé de près à cette méthode de massage, issue d'une technique appliquée à l'humaine, afin de la transposer au cheval.

Par ses explications, le contact avec la machine, ainsi que les techniques nécessaires au déroulement d'une séance massage, n'en furent que plus rapidement maîtrisés.

Dans une telle situation, il est difficile de rester objectif, c'est pourquoi il n'a aucunement participé au protocole, si ce n'est sa mise en place.

III.A.3.b. L'entraîneur JM MONCLIN et son personnel

Tous « hommes de chevaux », ils ont pu nous fournir de nombreuses indications, sur leurs animaux, ce qui nous permet de prévoir plusieurs de leurs réactions. Ainsi ont été évités certains accidents avec les chevaux les plus nerveux.

On a également pu jugulé l'interprétation de différents résultats. Par exemple le fait de savoir qu'un cheval est tireur* à l'entraînement, on sait qu'il respirera moins bien à l'effort et que son organisme se fatiguera plus vite. Ce qui se traduira par une lactatémie et des valeurs de CK supérieures à la normale. L'erreur serait, alors de confondre ces résultats avec celui d'un cheval en manque de préparation ou de condition physique.

(* Un cheval tireur est un cheval qui s'appuie très fort sur son mors, de ce fait le driver est obligé de tirer sur les rênes pour que le cheval n'augmente pas trop sa vitesse, ce qui bloque l'encolure de cheval en flexion et entraîne une moins bonne respiration de ce dernier.)

Le type de travail était décidé chaque matin de l'entraînement. Avec un effectif plus important que celui du protocole et dans le souci de grouper les chevaux par groupes d'entraînement homogènes, il était difficile d'appliquer le même type de travail, le même jour, aux deux chevaux d'un couple donné. Sachant que les dates de compétition rentraient également en jeu.

En effet, les deux chevaux en question n'ont pas forcément un potentiel similaire et donc, pas forcément la même vitesse de base de travail. La plupart du temps, les deux chevaux d'un couple ne travaillaient pas ensemble mais avec d'autres, chevaux leurs correspondant mieux, sans être obligatoirement disponibles le jour J en fonction de leur programme d'entraînement.

Rentrent également en ligne de compte les affections plus ou moins graves qui ont pu survenir au cours du protocole et obligeant tel ou tel cheval à manquer un ou plusieurs séances.

Au bout du compte un couple de chevaux n'aura pas effectué le même nombre de séances de travail et surtout le même nombre de types de travail. Ceci peut avoir une incidence non négligeable sur les résultats.

JM MONCLIN, entraîneur de cette écurie, est le premier intervenant dans la formation des couples. A partir des différents critères évoqués plus haut, il fut facile pour lui d'assembler les chevaux par paire. Par contre, pour le choix des chevaux à répertorier dans le groupe massé et dans le groupe non massé, la tendance était pour Mr MONCLIN de placer dans le premier groupe les chevaux les plus nerveux. En mettant de côté son objectivité, il pensait légitimement que le massage serait plus

utile à cette catégorie de chevaux plutôt qu'à des sujets plus calmes. C'est pourquoi il fallut intervenir sur certains couples de façon à obtenir deux groupes homogènes contenant autant de chevaux calmes que nerveux. Si le groupe de chevaux massés n'avait compris que des chevaux nerveux, il aurait été délicat de faire la différence entre l'éventuel effet du massage sur les résultats « lactates et CK » et ceux données par des chevaux « tireurs », sachant que la majorité des chevaux nerveux sont des « tireurs ».

III.A.3.c. Le Dr Richard CORDE

Vétérinaire équin, le Dr Richard CORDE est très connu dans sa spécialité. Il possède une très bonne connaissance de la médecine vétérinaire du cheval et notamment celle du trotteur. Il n'éprouve, par conséquent, aucune difficulté à effectuer les examens cliniques complets sur les chevaux avec une méthode se rapprochant de celle décrite par le Dr F DESBROSSES (*22).

Il reste une des personnes les plus objectives du protocole, puisqu'il n'est intervenu que deux fois en début et fin de protocole, ne pouvant observer à aucun moment l'évolution des chevaux sur le terrain.

Les deux examens cliniques étant séparés par une durée d'un mois et demi, il n'est pas évident de garder en mémoire la locomotion et la clinique de chaque cheval pour ensuite pouvoir les comparer lors du deuxième examen. C'est pourquoi il a été nécessaire d'effectuer un relevé de notes de clinique sur papier.

III.A.3.d. Le kinésithérapeute A ROUSSEAU

De par son activité professionnelle, ses mains sont exercées à palper et à ressentir. Elles lui permettent de mettre en évidence des zones de contracture et de chaleur sur les différentes parties du corps de l'animal. Ceci est un des éléments-clé dans le suivi du massage. En effet, au début de chaque séance une prise de contact manuel avec le cheval est assurée. Les éléments diagnostiqués sont tout de suite notés. Ainsi, on peut visualiser sur l'ensemble de l'expérimentation, l'évolution des contractures ou chaleurs, qu'elle soit positive ou négative. (sans oublier le caractère subjectif du diagnostic).

Par conséquent, le bon suivi du massage est assuré par le kinésithérapeute. De plus, après avoir pris connaissance du territoire à traiter, il peut adapter la durée de son massage sur telle ou telle région musculaire, de façon à optimiser son travail. Tout ceci découle bien entendu d'une parfaite connaissance de la machine. Par contre, non familiarisé avec les chevaux, il ne put prévoir certaines réactions de ses patients. (Sursaut de l'animal à l'écoute d'un bruit inhabituel, cheval qui tire sur la corde avec laquelle il est attaché pour une raison indéterminée, etc.) On peut être amené à penser que ce manque d'expérience et de contact avec l'animal, ait pu engendrer chez eux une certaine anxiété. Ce qui pourrait, également, expliquer un des résultats statistiques (**Cf Chapitre II B 2 a Variable : Fréquence cardiaque.**).

III.A.3.e. Les vétérinaires techniciens

Le vétérinaire LELEU et moi-même avons assuré l'ensemble des prises de données, qu'elles soient dans le cadre du massage ou bien du suivi de l'entraînement, ainsi que la résolution de tous les détails techniques sur le terrain. (par exemple le non fonctionnement momentané des fréquence-mètres, etc.). Nos connaissances peu approfondies aussi bien sur le massage que sur la méthode d'entraînement, ne pouvaient que mettre en valeur notre objectivité. Par contre, il fallut tout de même un certain temps afin que notre familiarisation avec le matériel et la méthode PEGASE ne soit tout à fait achevée. Ce qui n'était pas encore le cas au départ de l'étude.

Le kinésithérapeute ne pouvant être présent systématiquement, il nous fallut de temps en temps effectuer nous même les séances de massage.

Le fait de changer de thérapeute a pu occasionner un stress supplémentaire en début de séance, et entraîner un défaut au niveau du suivi dans le sens où nos mains ont pu manquer d'expérience dans la réalisation d'une bonne détection des zones de chaleurs ou de contractures.

III.A.4. Le massage

III.A.4.a.i. La machine

Différents éléments facilitent l'utilisation de la machine LPG système.

Ses deux grandes roues la rendent facilement mobilisable autour de l'animal, même si la surface n'est pas forcément lisse et plane.

Les indicateurs de données au niveau de la tête sont très claires. (degré de déplacement de rouleaux correspondant à l'épaisseur du pli de peau soulevé, intensité d'aspiration, etc.)

La partie bibliographique nous montre les différentes techniques de massage ainsi que leurs multiples effets.

L'handicap majeur de cette machine est qu'elle n'est conçue que pour accomplir une seule tâche. On est donc limité ici par un seul type de massage : « le palper-rouler ». Ce mouvement peut être exécuté à la main pour d'avantage de précision (*23), mais l'opérateur se fatigue beaucoup plus vite, n'ayant plus la possibilité d'enchaîner plusieurs séances d'affilée, comme il est possible de le faire avec la machine.

Puisque l'on a qu'un seul type de massage , on s'attend à une trouver qu'un seul type d'effet, mais l'on sait que ce dernier varie

(Cf Partie Bibliographique II C Effets physiologiques du massage) en jouant sur l'intensité, la durée et le moment au quel on effectue ce massage, à savoir en pré ou post exercice.

De plus, selon DUFOR (*23) et TIIDUS (*61), le massage palper-rouler est un des massages les plus intenses.

III.A.4.a.ii. Le protocole

Le protocole de massage est bien défini avec des gestes vites intégrés. Il s'agit d'effectuer des manœuvres et des tracés respectant l'axe principal de travail des différents faisceaux de chaque groupe musculaire. Des manœuvres de quadrillages et de pompages (appuyé-soulagé) sont à alterner avec des tracés plus simples selon la localisation et la zone à traiter.

Un temps de massage variant de 37 à 42 minutes peut paraître un peu long mais il s'agit du temps nécessaire pour couvrir 80% de la surface corporelle. (Cf protocole

de massage) Cela laisse également le temps à l'opérateur de s'attarder sur des zones plus sensibles, de contractures ou de chaleurs ayant été détectées lors de l'examen palpatoire pré-massage. Il est sûr qu'avec un cheval présentant de fortes dorsalgies accompagnées de contractures, on focalisera d'avantage le massage sur ces zones.

Toutes les parties charnues sont ainsi massées superficiellement, mais pour faire progresser la technique, il faudrait apporter quelques modifications au protocole. Pour les trotteurs, les zones à masser pourraient être changées. Le massage du poitrail ne semble pas être indispensable, mais il faudrait cependant insister plus sur les muscles brachio-céphaliques et omo-transversaires qui seraient ajoutés dans la zone de l'encolure. (5 minutes). En ce qui concerne le massage de l'épaule et du poitrail, il faudrait ajouter le garrot avec des manœuvres de pompage et insister plus sur les régions concernées par les sangles d'attache des sulkys (5 minutes). Au niveau du pont vertébral le temps de passage pourrait être augmenté pour passer à 7 minutes en insistant sur les muscles propulseurs (fémoraux caudaux) et ainsi passer à 6 minutes. Ces temps restent bien entendu à l'appréciation du masseur et à adapter en fonction de la morphologie du cheval.

Par contre en écartant du massage les extrémités des membres et la tête, pour des raisons pratiques, on affaiblit notre potentialité d'action sur le système nerveux central. En effet, la concentration de terminaisons nerveuses est beaucoup plus importantes dans ces régions. Et en ne les massant pas, on se prive de la création d'influx nerveux à leur niveau, pouvant amplifier les effets spécifiques liés au massage, tel l'excitation des terminaisons nerveuses sensibles de la peau avec relâchement et apaisement local et central, relâchement réflexe du muscle et de l'excitation vasomotrice mécanique. (Cf étude de **WEINECK J *69**)

Un examen palpatoire est donc indispensable, pour prendre contact avec le cheval, mais surtout pour apprécier l'état de santé de la musculature dorsale de l'animal. Cet examen nous donne beaucoup de renseignements aussi bien en pré-massage qu'en post-massage, en particulier pour évaluer l'effet immédiat de la séance. Dommage qu'il n'ait pas été réalisé ici.

Pour effectuer une bonne palpation, il est préférable d'avoir de bonnes notions en anatomie pour connaître le groupe musculaire sur lequel on se situe, et d'avoir expérimenté et entraîné ses doigts à ressentir les choses. (contractures, chaleurs, asymétrie musculaire...) Une personne compétente est donc nécessaire pour cette

partie bien précise de la séance. Mais elle ne l'est plus pour le massage lui-même, à partir du moment où cette première personne aura bien détaillé et documenté ses observations, afin que l'opérateur puisse mieux cibler son massage et s'attarder sur les régions les plus douloureuses

III.A.5. Le protocole de suivi

III.A.5.a. Les CK

Le taux de CK dans le sang du cheval est généralement inférieur à 150 UI/L.
(*53.)

D'après les graphiques fournis par l'étude, il semble que le pic de CK sérique se situe au delà des 4 heures après l'exercice. Il s'ensuit un retour à la normale en 48 heures. (Cf **Figure 1**) Il est donc dommage de ne pas avoir rajouté un 5^{ème} prélèvement aux alentours des 6 heures post-exercice, en plus des 4 autres. Ce prélèvement à 6 heures nous aurait donné une idée plus précise du pic de CK. La CK n'est pas l'enzyme idéale pour mesurer de façon indirecte les lésions musculaires. En effet, la CK n'est pas spécifique du muscle (*1) et son temps de demi-vie est très court. Il est donc difficile de cibler le moment de son taux sérique maximale.

Bien que l'enzyme idéale, pour la mesure indirecte des lésions musculaires n'existe pas, il aurait été intéressant dans cette étude d'associer à la mesure de CK, la mesure d'**ASAT**, qui n'est pas plus spécifique mais possède une clairance plus longue et donc un accès au pic de son taux sérique facilité.

Selon **NOSAKA et CLARKSON (*49)** le pic de CPK se situe entre le 3^e et le 4^e jour après l'exercice excentrique. Cependant les taux atteints dans cette étude sont nettement supérieurs aux nôtres. Ils montent jusqu'à 25000 UI/L entre le 3^e et le 4^e jour. Valeurs qui témoignent de lésions musculaires importantes. Ce qui n'est pas le cas dans notre étude, avec par conséquent un pic beaucoup moins décalé dans le temps.

L'utilisation de différents tubes (Sec ou Hépariné) peut être préjudiciable dans le sens où cela peut entraîner la prise en compte de données erronées, bien que des

tests de comparaisons aient été fait, sans révéler de différence significative. (Cf I B
3 Le suivi cinétique de CK)

III.A.5.b. FC – FR

Le choix de mesurer ces données est basé sur l'hypothèse d'un ralentissement pour la FC et d'un ralentissement-approfondissement pour la FR. Ces deux effets sont dus à une modification du tonus végétatif dans le sens d'une prédominance des influences parasympathiques liés au massage (*69)

Il aurait été intéressant de les mesurer à nouveau 20 à 30 minutes après le massage, dans le cas d'un effet retard. Qu'il soit hypo ou hyperstimulant.

Les autres éléments mesurés au cours des séances n'ont relevé que très peu d'intérêt, si ce n'est bien sûr l'examen palpatoire pré massage.

III.A.5.c. L'examen clinique

L'emploi de la méthode de **F DESBROSSES (*22)**, permet de ne négliger aucun élément majeur. Ainsi, on obtient une idée précise de la clinique des différents chevaux. Cependant, même si ces examens ont été effectués par des personnes d'expérience, l'appréciation de la locomotion d'un animal n'en reste pas moins subjective. En effet, deux personnes n'ont jamais une vision similaire des choses, et une approche identique de l'expression clinique des affections locomotrices. Puisque le premier effet recherché du massage est une amélioration, voire la disparition des dorsalgies, les examens cliniques se sont un peu plus focalisés sur la région du dos.

III.B. INFLUENCE SUR LA CLINIQUE

III.B.1.Lors des examens de début et fin de protocole

L'élément majeur ressortant des examens pratiqués en début et fin de protocole est l'amélioration de la souplesse musculaire dorsale et une meilleure mobilisation du rachis chez les chevaux massés.

En effet, le résultat était tel que le Dr R CORDE aurait pu dire lors de l'examen du 12 novembre, en fonction de la souplesse dorso-lombaire du cheval, si celui-ci faisait parti du groupe massé ou non.

Pour le groupe des chevaux massés, les tests statiques et dynamiques à l'étage des membres montrent des évolutions très aléatoires entre le début et la fin du protocole. Elles sont soit favorable soit défavorable selon les chevaux. Il en est de même pour le groupe des chevaux non massés.

Le massage n'a donc aucune influence sur les boiteries provoquées par des douleurs articulaires ou tendineuses, que l'on appelle « boiteries basses ». Ce qui est peu surprenant du fait que le massage effectué ici n'intervient pas sur ces régions. Signalons que les effets indirects, essentiellement psychologique, ne peuvent agir sur ce type d'affection.

III.B.2.Lors des examens palpatoires pendant les séances

Le kinésithérapeute L ROUSSEAU a pu constater une diminution des contractures musculaires et une quasi disparition de ces dernières au terme de l'expérimentation. Au cours d'une même séance ce phénomène est également vérifiable. Des chevaux qui présentent très souvent des contractures au niveau du pont vertébral, se retrouvent très nettement améliorés au terme de la séance. Il en va de même pour les zones de chaleurs repérées à l'examen palpatoire pratiqué avant les séances. Les constatations de l'entraîneur faisant état d'une meilleure mise en jambe du cheval à l'entraînement vont dans le même sens. En effet le cheval

débarrassé de ses contractures musculaires, se retrouve tout de suite mieux pour trotter.

En dehors de ce résultat clinique appréciable, d'autres éléments intéressants ont pu être notés.

Tout d'abord l'aspect général du cheval, qui tout au long de l'expérimentation a changé, tant au niveau du poils qui se trouve être plus beau mais aussi des masses musculaires qui semblent être plus importantes mais surtout beaucoup plus souples. A l'examen palpatoire, en plus de la disparition des contractures, on constate une très grande souplesse des masses musculaires dans lesquelles on peut facilement pénétrer avec les doigts et que l'on peut plus facilement mobiliser sans que le cheval ne réagisse.

En parallèle, la sensibilité de la région dorso-lombaire des chevaux se trouve être diminuée. Les zones habituellement sensibles (sciatiques, ovariennes ...) n'entraînent quasiment plus de réactions de défense à la palpation.

III.B.3.Conclusion

Le massage entraîne donc une nette amélioration de la souplesse dorsale avec un plus grand relâchement musculaire et une meilleure clinique.

Il serait intéressant de pouvoir quantifier cet effet; en mettant en évidence l'augmentation des amplitudes articulaires au niveau du dos par le biais de la cinématique, par exemple.

III.C. INFLUENCE SUR LES CK

III.C.1.Variable CK

Rappelons que la CK est une grosse protéine supérieure à 10 000 Daltons (*13, *37). Par conséquent, lorsqu'elle se retrouve dans l'espace interstitiel, suite à des lésions musculaires, elle est obligatoirement drainée par le système lymphatique.

En effet, avec un tel poids moléculaire, elle ne peut franchir directement la barrière vasculaire. La CK transite systématiquement par la voie lymphatique avant de retrouver le compartiment sanguin. (*29, *44, *45)

Ici le massage , et cela pendant toute la durée de l'étude , s'effectue à chaque fois entre la 4^e et la 5^e heure après le travail. Le massage a donc eu lieu après la prise de donnée CK2.

L'analyse statistique a pu mettre en évidence une moyenne de CK significativement différente entre les deux lots. Sachant que la moyenne de CK pour le lot massé est supérieure à celle du lot non massé.

Différentes possibilités, différentes théories peuvent expliquer ce résultat :

- Soit le massage a un effet hémocoquant en chassant le sérum en dehors des vaisseaux. Ce qui semble peu probable, puisque cela n'est pas décrit dans la littérature. Beaucoup d'articles parlent plutôt de l'effet inverse.
- Soit le massage crée des dommages musculaires suffisants pour élever la concentration sanguine en CK. Eventualité qu'il faut rejeter, étant donné qu'il s'agit d'un massage superficiel n'ayant aucune action directe sur la masse musculaire.
- Soit la distribution des chevaux fait que les deux groupes ne sont pas homogènes, avec un groupe massé présentant des CK naturellement plus élevés que ceux du groupe non massé.
- L'explication la plus probable est l'augmentation du débit lymphatique. En effet, nous avons vu plus haut que la CK est drainée par le système lymphatique avant de retrouver le compartiment sanguin. D'ailleurs son taux dans la lymphe est augmenté 10 minutes après des lésions musculaires. (*37) Par conséquent, si l'on suppose que le massage LPG augmente de façon significative le débit lymphatique, il accélère du même coup le

retour de CK dans le compartiment sanguin et augmente sa concentration plasmatique. Ce que l'on retrouve ici pour le groupe massé.

Le massage LPG n'ayant aucune action mécanique directe sur les muscles mais juste sur les tissus plus superficiels, l'augmentation du débit lymphatique au niveau musculaire se fait forcément par contribution du système nerveux central par le biais d'un réflexe sensitif. (Le H-reflex, ***33**). La peau du thorax et les épines dorsales sont vigoureusement stimulées par la tête de massage, ce qui doit déclencher un réflexe cutané-viscéral entraînant une augmentation du débit. (Intervient dans ce cas le système sympathique autonome). Des expériences avant-gardistes ont montré que le tapotement, une des techniques de massage peu pénétrante et donc se rapprochant par cela de la méthode LPG, augmentait significativement le débit lymphatique.

Un exercice léger donnait également le même résultat. (***32**)

III.C.2.Variables D13, D14, D23, D24

Aucune différence significative n'a été trouvée pour toutes ces variables, excepté pour D13 où le seuil significatif était quasiment atteint pour la classe « lot ». Pour cette même classe, les statistiques faites sur les variables CK1 et CK3 n'ont révélé aucune différence significative.

On peut en conclure pour cette donnée que le lot massé (moyenne de D13 lot massé = 54.81) récupère plus vite ou du moins élimine plus vite les CK entre 2 heures et 24 heures post-exercice, que le lot non massé . (moyenne de D13 lot non massé = 33.09)

En effet, plus vite les CK rejoignent le compartiment sanguin plus vite elles sont éliminées et notamment par les reins. (***44, *45**)

III.C.3.Conclusion

Le massage LPG a donc une action positive sur l'élimination des CK, dans le sens où il accentue le débit lymphatique et permet aux CK de rejoindre plus rapidement le compartiment sanguin pour être ensuite éliminé. Effet qui est en rapport avec les résultats statistiques, c'est à dire un relargage d'enzymes dans le sang plus important pour le lot massé, avec une moyenne des CK supérieure à celle du lot non massé. On retrouve d'ailleurs par la suite une élimination plus forte de ces dernières avec une récupération plus rapide entre 2 heures et 24 heures pour ce même groupe. Ce qui est confirmé par les statistiques sur D13, dont le résultat est fortement en faveur.

Dans le cas d'une distribution de chevaux donnant deux groupes non homogènes, avec un groupe massé présentant naturellement des CK plus élevées que celles du groupe non massé, les statistiques sur la variable « CK » seraient compatibles, à l'exception de la variable « D13 ». En effet, avec une telle distribution de chevaux, on comprendrait pourquoi la moyenne des CK du lot massé serait supérieure à celle du lot non massé, mais cela n'expliquerait pas le fait qu'il y ait une élimination des CK plus rapide entre 2 heures et 24 heures post-exercice pour le lot massé.

Au vu de ces derniers résultats, on se doit d'accorder une attention toute particulière à l'effet du massage sur le débit lymphatique.

III.D. INFLUENCE SUR LES PARAMETRES ETUDIES PENDANT LE MASSAGE

III.D.1.Fréquence cardiaque

Une étude statistique complète a été entreprise sur cette variable, peu de résultats en ressortent.

Il n'y a pas d'évolution de la fréquence cardiaque sur l'ensemble du protocole. C'est à dire qu'à aucun temps précis (FC1, FC2 ou FC3), la fréquence cardiaque nous montre une différence significative.

On peut en conclure que le massage ne modifie pas la fréquence cardiaque sur le long terme. On pouvait s'attendre à une diminution de cette variable à P1 sur l'ensemble de l'étude or ce n'est pas le cas.

Par contre, le massage LPG semble avoir une action immédiate. En effet, les statistiques montrent que FC1 est significativement plus élevée que FC2 et FC3, avec aucune différence significative entre ces deux périodes.

Là encore, on retrouve l'effet du massage sur le système nerveux autonome. Il s'agit de l'expression de la modification du tonus végétatif dans le sens d'une prédominance des influences parasympathiques. (*69)

On pourrait penser que cette diminution résulte du fait que les chevaux arrivent énervés ou stressés dans le box de soin et qu'ensuite ils se calment entre le début et la fin de la séance ce qui expliquerait cette diminution de la fréquence cardiaque. Or aucun stress apparent n'a pu être décelé à l'arrivée des chevaux dans la salle de soin. Même dans le cas de cette éventualité de stress en début de séance, les chevaux comprennent à terme ce qu'on leur veut et finissent par se détendre. Ce qui se serait traduit par une diminution de FC1 sur l'ensemble de l'expérimentation, or ce n'est pas le cas. Les chevaux n'étaient à priori pas sous l'emprise du stress en début de séance.

III.D.2.Fréquence respiratoire

Les résultats statistiques sur cette variable sont peu concluants. Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence, aussi bien entre les périodes que sur les prises de données entre le début et la fin du protocole.

Le massage n'a donc aucun effet, qu'il soit immédiat ou à long terme, sur la fréquence respiratoire d'un cheval à l'entraînement dans les conditions où nous les avons suivis.

III.D.3.Les autres paramètres observés

Au cours de la séance le cheval se détend progressivement. En effet, on a pu constater sur l'intégralité des chevaux massés des bâillements et un abaissement systématique de l'encolure et ce de plus en plus tôt dans la séance.

À la fin de l'expérimentation, les chevaux sont plus détendus et les réactions de défense se font de plus en plus rares, suivant le caractère de chaque cheval bien sûr. Cette détente est confirmée par l'attitude des chevaux sur la piste qui sont devenus faciles à travailler et beaucoup moins nerveux.

Enfin, on constate lors du massage, en plus de la détente du cheval, ce qui peut être assimilé à la participation active de ce dernier. En effet, quelques signes remarqués au cours des séances font dire que le cheval ne reste pas inactif :

- On note très souvent une mise en décharge des postérieurs, ce qui facilite grandement le passage de la tête de massage.
- Au niveau de l'encolure certains chevaux viennent s'appuyer contre la tête de massage pour nous faire comprendre que cela leur plaît.
- On a même pu constater à deux reprises une jument qui relevait légèrement sa queue, afin que la tête de massage passe plus facilement sur les muscles de la loge postérieure de la cuisse, avec une peau les recouvrant, qui est alors plus détendue.

III.D.4.Conclusion

Le massage entraîne des effets centraux. (*11, *32, *69)

En effet, l'augmentation de la fréquence d'impulsion, liée au massage, dans les terminaisons sensibles de la peau atteint le système nerveux central ; via la moelle épinière.

Les répercussions en sont une diminution de la fréquence cardiaque et une amélioration de la sensation du bien être psychique.

Chez le cheval, avec ce type de protocole, la surface corporelle massée est très grande. Il en découle un effet psychique tangible et appréciable, dont les témoins sont principalement les abaissements d'encolure , les bâillements et les mises en décharges des membres postérieurs.

CONCLUSION

Aujourd'hui le massage est un élément incontournable de la préparation physique et psychique de l'athlète humain, c'est pourquoi il fut très intéressant par l'intermédiaire de cette étude, d'essayer de montrer les effets et les applications d'une certaine forme de massage sur le cheval de compétition.

Différentes conclusions furent les aboutissants de cette étude. Bien que certaines auraient pu être encore plus parlantes si quelques modifications avaient été apportées au protocole.

Par exemple, on aurait pu travailler sur un effectif plus important, effectuer un dosage supplémentaire de CK à 6 heures post-exercice qui nous aurait donné une idée plus précise du pic de CK, les différents temps de massage dans la séance aurait également pu être modifiés.

Ce type de massage instrumental permet de soulager le travail des mains mais en aucun cas ne les remplace. En effet, elles restent indispensables pour l'examen palpatoire obligatoire avant chaque séance, afin de mieux prendre connaissance et de mieux cibler le terrain à traiter.

Cette technique de massage, proche du « palper-rouler » manuel, entraîne des effets aussi bien physiques que physiologiques et psychiques. En effet, le massage LPG améliore le débit lymphatique au niveau musculaire avec une meilleure élimination des CK pendant la séance et entraîne à terme un meilleur état physique dorsale du cheval. Ce point a pu être constaté par deux professionnels, un vétérinaire spécialiste équin et un kinésithérapeute expérimenté, ce qui confère une certaine crédibilité à cet effet.

Pour être encore plus parlant, on aurait pu doser l'histamine, afin de définir son rôle sur les effets circulatoires. Il aurait également été très intéressant de soumettre les chevaux à une analyse cinématique afin de quantifier l'amélioration de la mobilité dorso-lombaire. Ce dernier point sera d'ailleurs le cadre d'une prochaine étude.

N'oublions pas les répercussions psychiques du massage qui permettent à l'entraîneur de travailler avec des chevaux plus détendus physiquement et surtout beaucoup moins nerveux.

Par conséquent, le massage des trotteurs semble être, s'il n'est pas indispensable, un plus non négligeable dans la préparation physique et psychique de l'athlète qu'est le trotteur. Cette idée prend toute sa valeur lorsqu'on connaît le niveau des compétitions équestres et l'importance de chaque petit plus.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, M. BONNES, Directeur par intérim de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

M. LE BELLER Bertrand, Paul

a été admis(e) sur concours en : 1994

a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires en septembre 1998

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Professeur Didier MATHON

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

déclare que j'ai lu la thèse de :

M. LE BELLER Bertrand

intitulée :



Approche d'une technique de massage sur des chevaux trotteurs au moyen de l'appareil LPG équin par le suivi de CK, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire et de la clinique

et que je prends la responsabilité de l'impression.

Le Docteur D. MATHON



Vu le 20 février 2001
Le Directeur par intérim
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Monsieur G. BONNES

Vu :
Le Président de la thèse :



Professeur B. FOURNIE



Vu :
Le Président
de l'Université Paul Sabatier



Professeur R. BASTIDE

LES ANNEXES

ANNEXE 1

RODENBURG

Méthode : mise en place de l'étude

•Les sujets

50 sujets masculins participent à l'étude. Ils ont effectué un exercice excentrique à l'aide de leur bras gauche. La semaine précédant l'étude, ils n'ont effectué aucune activité sportive ou du moins ne nécessitant que très peu d'effort sur ce même bras.

*groupe contrôle : 27 sujets pris au hasard.

*groupe traité : 23 sujets soumis à un échauffement, des exercices d'étirements et un massage.

L'âge, le poids, la hauteur ne diffèrent pas de manière significative entre les deux groupes.

•Le traitement

*Echauffement des 2 bras pendant 15 minutes, à l'aide d'un pédalier, à 60 % de leur fréquence cardiaque maximale ($hr_{max} = 220 - \text{l'âge}$) ce qui correspond, en moyenne, à une vitesse de 60 à 70 tours de pédalier par minute.

*Etirement des muscles fléchisseurs du bras gauche par un physiothérapeute immédiatement après l'échauffement et juste avant l'exercice excentrique. Pour l'étirement le muscle « biceps » et le coude sont étirés et étendus de manière maximale.

Le bras était à 30° d'abduction par rapport à l'épaule pour l'étirement du corps long du biceps brachiale et à 110° pour le court. Pour le muscle brachial, le bras était à 0° d'abduction, 90° de flexion avec le coude en supination, ensuite le coude était amené à une extension maximale. Ainsi le bras était étiré de façon à atteindre ces trois muscles, sans que le sujet en eut éprouvé de la douleur. Cependant, la plupart des sujets ne ressentaient aucun étirement sur le brachial au moment de l'extension maximale à cause des restrictions ligamentaires et osseuses.

Tout étirement durait 20 secondes et était répétés 6 fois avec une séparation de 5 secondes entre chaque fois. En tout l'étirement durait 10 minutes.

*Le massage

15 minutes après l'exercice excentrique, le bras gauche était massé pendant 15 minutes par un physiothérapeute. Le massage s'appliquait sur les différents muscles étirés pendant la séance de massage. Les deux premières minutes et demi permettait au sujet de se familiariser avec le massage. Dans cette période les muscles et la peau étaient simplement pressés et secoués. Ensuite, le massage était plus profond, avec 6 minutes d'effleurage cutané et musculaire, suivi d'une demi-minute de tapotement, pour enchaîner par un pétrissage de 5 minutes. L'effleurage et le massage étaient appliqués dans les deux directions ; longitudinale et transversale. La séance se finissait par 1 minute d'effleurage avec une intensité décroissante.

•L'exercice

Le sujet assis sur une chaise avec la poitrine appuyé sur un support, le bras gauche placé à l'horizontale sur un autre support, la main gardée en supination. De façon à appliquer un moment d'étirement, un plateau supportant une charge était attaché au poignet du sujet par l'intermédiaire d'un bracelet, d'une ficelle et d'une poulie. (Cf. fig. 1) L'exercice consistait en une série de 120 flexions du coude de 170 à 45°. Le sujet devait soulever cette charge par des contractions lentes. Initialement le poids était égal à leur force isotonique avant l'exercice et quand le sujet ne pouvait plus soulever cette charge, elle était diminuée graduellement de 0.5 à 1 kg. Temps total de l'exercice 30 minutes à raison de 4 contractions par minutes.

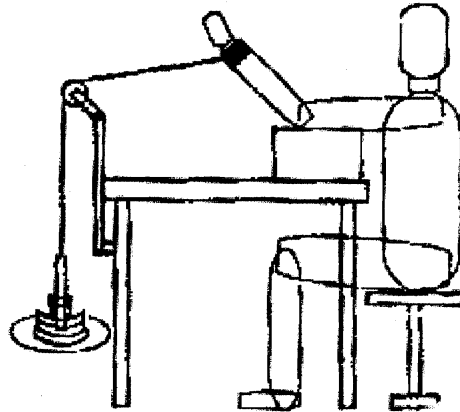


Fig.1 : Vue de la phase expérimentale

Protocole et mesures :

Courbature, force maximale isotonique, angle de flexion et d'extension du coude, CPK et Mb étaient estimés avant l'échauffement ainsi que 5 fois après l'exercice excentrique ; à 1, 24, 48, 72, et 96 heures.

- La courbature était qualifiée par un chiffre entre 0 et 6. (0 = pas de douleur, 1 = sensation sourde, 2 = légère douleur continue, 3 = plus que légère douleur, 4 = douleur dérangeante, 5 = forte douleur, 6 = douleur intolérable). Un score était donné après pression du muscle avec la main controlatérale.
- Force maximale isotonique, calculé sur le même appareil ayant servi pour l'exercice excentrique et définit par le poids maximal que le sujet pouvait soulever pendant cinq secondes avec une flexion du coude de 90°.
- Angle de flexion et d'extension du coude mesuré à l'aide d'un goniomètre avec sujet debout. On demande aux sujets d'atteindre avec le pouce leur épaule aussi loin que possible pour la mesure de l'angle de flexion. Les sujets restent relâchés des deux bras pour la mesure de l'extension.
- Pour l'activité de CPK et la concentration de la Myoglobine, un échantillon de sang est récolté dans la veine antébrachiale sur tube hépariné pour CPK et sur tube sec pour la Myoglobine.

Tous les résultats furent soumis à des statistiques, basées sur l'analyse de la variance (ANOVA). Cette analyse teste les effets du traitement et du temps. S'il apparaît une différence significative entre les valeurs de base sur un paramètre spécifique, une analyse de covariance s'en suit. (ANCOVA)

Résultats :

- Courbature.

La somme des estimations de courbatures reportée avec pression sur le bras, ne diffère pas significativement entre le groupe traité et le groupe contrôle.

En phase d'extension, la valeur moyenne était significativement plus basse pour le groupe traité que pour le groupe contrôle, et à tous les points de l'exercice.

- Force maximale isotonique.

Elle est au plus bas une heure après l'exercice pour les deux groupes. Pas de différence significative entre les deux groupes à tous les moments pour ANOVA, mais ANCOVA révèle une légère différence en faveur du groupe traité.

- Angle de flexion.

Il est minimal une heure après pour les deux groupes. Il existe une différence significative temps-traitement en faveur du groupe traité par ANOVA, mais sans interaction.

- Angle d'extension était affecté de manière maximale 48 heures après l'exercice excentrique pour le groupe contrôle et à 72 heures pour le groupe traité. Mais il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes.

- CPK.

Augmentation de son taux 24 heures après l'exercice excentrique avec une valeur maximale à 96 heures. Il n'existe pas de différence significative temps-traitement et groupe contrôle-groupe traité.

- Myoglobine.

Le seul effet est sur le temps. Pas de différence significative entre le groupe contrôle et le groupe traité.

TIIDUS / 1995

Matériel et méthode :

Neuf étudiants, (5 filles et 4 garçons) âgés de 20 à 22 ans, sont volontaires pour l'étude. Aucun des sujets n'était régulièrement entraîné à une activité sportive quelle qu'elle soit.

Avant et après l'exercice et les expérimentations, les sujets estimaient l'efficacité du massage sur le rétablissement musculaire, à l'aide d'une échelle de note linéaire, allant de 1 à 9.

(1 = le massage est très efficace, 5 = incertain, 9 = pas d'effet du massage.) Les

autres chiffres sont des intermédiaires.

La force maximale isométrique et dynamique de l'extension du genou furent déterminées pour tous les sujets par un dynamomètre isométrique. (CYBEX II). Avant le test, les participants étaient autorisés à pratiquer une première performance de contraction maximale volontaire (CMV), de façon à se familiariser avec l'appareil. La CMV initiale, pour chaque jambe, était déterminé par la meilleure performance des 3 essais et cela pour chaque vitesse de contraction, c'est à dire à 0°, 60° et à 180°/ sec.

L'échauffement était standard, 5 minutes de pédalage sur un vélo ergomètre avec une résistance de 1,5 Kp et une vitesse de 60 tours/ minutes, suivi de 5 à 10 contractions modérées du quadriceps à 60° secondes, précédent les mesures de forces.

Trois jours plus tard, commence l'expérimentation c'est le jour 1 de l'expérience, les participants vont effectuer un travail excentrique qui consiste à faire sept séries de vingt contractions du quadriceps en CMV entre 180° et 90° à une vitesse de 90° / sec.

L'exercice fut effectué sur chaque jambe et dans n'importe quel ordre sur le dynamomètre " Kim-Com". Une minute de repos sépare chaque série. Dans les quinze minutes suivantes, les CMV furent déterminées par le CYBEX II dynamomètre à chaque vitesse prédéfini (0-60-180) et cela pour chaque jambe. Dans l'heure suivant l'exercice excentrique, une jambe fut sélectionnée au hasard pour être massée pendant dix minutes par un thérapeute.

Massage qui consistait en un effleurage superficiel et profond partant du genou et remontant à 75% de la hauteur maximale de la cuisse.

Pour l'effleurage, le thérapeute massait avec le plat de la main en appliquant des variations de pression. Ils utilisèrent une lotion commerciale de massage afin de diminuer les frictions entre la peau du sujet et les mains du thérapeute. La méthode et la durée fut choisie par le thérapeute, en fonction de sa propre opinion maximisant ainsi le potentiel curatif du traitement. Un traitement plus long, selon l'avis de la même personne, pouvait avoir des effets indésirables. L'effleurage profond fut appliquer dans le but d'augmenter le débit sanguin musculaire.

Le massage manuel était répété sur les jours 2 et 3. (cf fig. 1)

L'autre jambe ne recevait aucun traitement.

| jour | -3 | 1 (jour de l'exercice) | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|----|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mesure force maximale de la jambe (Temps post-ex) | O | O 15 min | O 24 hrs | O 48 hrs | O 72 hrs | O 96 hrs |
| Massage | O | O | O | O | | |
| Dsm artériel pendant le massage | | O | | | O | |
| Dsm veineux pendant le | | | | | O | |

| | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|---|---|---|---|
| massage | | | | | | |
| Evaluation de la courbature | | | O | O | O | O |

Fig.1 : Protocole d'expérimentation. O=Oui, application du massage ou prise de mesure. (Dsm = Débit sanguin musculaire)

Les tests de force "CYBEX" sur les deux jambes furent répétés tous les jours jusqu'au jour 5. Ces tests précédaient toujours le massage.

Les participants évaluèrent leurs courbatures du jour 2 à 5, sur une échelle de 1 à 9. (1 = aucune douleur, 9 = extrêmement douloureux, les autres chiffres étant des intermédiaires).

La moyenne des débits artériels et veineux post-massage furent déterminée à l'aide d'un Doppler ultrason.

Sur les jours 1 et 4, une courbe de mesures de quinze secondes du débit artériel de l'artère fémorale fut établie pendant le massage sur la jambe massée. Ces mesures s'effectuèrent pendant les minutes 0-1, 4-5, 9-10 du massage et après un repos de 20 à 30 minutes.

Pendant le jour 4, à la 4^{ème}, à la 5^{ème} minute de massage, et après une phase de repos le débit veineux fut mesuré de la même façon que pour le débit artériel. Pendant les mesures, seul l'effleurage était pratiqué.

- Statistique par ANOVA (cf article précédent)

Résultats :

Tous les sujets rapportent un avis très favorable en ce qui concerne l'efficacité du massage dans le rétablissement musculaire après exercice. Moyenne de l'efficacité du massage $2,7 \pm 0,2$.

Les résultats des mesures de forces maximales en post-exercice à 0°, 60°, 180°/sec sont évalués en pourcentage par rapport à la mesure contrôle en pré-exercice.

Pour les deux jambes, on trouve une diminution significative, et cela pour tous les tests, par rapport à la mesure contrôle pré-exercice. Par contre, il n'y a aucune différence significative entre les deux jambes.

Par contre, on trouve une différence significative entre 24 et 72 heures post-exercice, pour les deux jambes en ce qui concerne l'évaluation de la contracture par rapport à la valeur donnée en pré-exercice. A 96 heures, tous les sujets rapportent très peu ou aucune douleur. Pas de différence significative entre les deux jambes exceptée à 48 heures où la courbature semble moins importante pour la jambe massée.

Le débit artériel fémoral moyen n'était pas significativement différent entre les mesures au repos et les mesures effectuées durant le massage aux jours 1 et 4. (Même chose pour le débit veineux). Par contre, un léger exercice d'extension du genou augmente de manière significative le débit artériel fémoral.

SMITH, 1994

Méthode :

•Participants

14 sujets masculins entre 20 et 22 ans, n'étant pas soumis à un entraînement intensif, participent à l'étude. Ils ont été soumis à un contrôle médical complet. Les différents participants sont répartis au hasard dans deux groupes. Sept représentent le groupe massé et les sept autres forment le groupe contrôle.

•Protocole de l'exercice excentrique

Tous les exercices sont effectués entre 7 et 9 heures du matin. Pour se faire, la machine "KIM-COM muscle testing system" est utilisée. Les exercices ; il s'agit de contractions excentriques et isométriques du biceps et triceps du bras non-dominant. Les sujets s'échauffent en effectuant vingt contractions concentriques submaximales à une vitesse de 120° / secondes sur un angle approximatif de 90°, suivi par cinq contractions concentriques maximales. La meilleure valeur est retenue comme valeur maximale. Des marqueurs sont placés sur l'écran au niveau de la valeur correspondant à 90% de la valeur maximale concentrique, ce qui équivaut à 75% de la valeur maximale excentrique. Puis les sujets effectuent 4 à 5 séries de 35 contractions excentriques, en essayant de maintenir cette force de 75% de la valeur maximale excentrique. Deux minutes de repos séparent chaque série. Le nombre de série dépendait des sujets, à savoir s'ils étaient capables de maintenir cette force ou pas.

•Le Massage

Massage ou placebo s'effectuaient entre 9h30 et 11h30. Deux heures après l'exercice, trente minutes de massage étaient appliquées sur les sujets par un thérapeute spécialiste, sur le bras ayant effectué l'exercice. Le bras restait en supination sur un support pendant tout le temps du massage. Chaque massage fut identique aussi bien dans la durée que dans la profondeur des mouvements. La crème NIVEA permet de bien limiter les frictions entre les mains du thérapeute et la peau du sujet.

•Le protocole de massage est le suivant

Effleurage, de la main à l'épaule (deux minutes), tapoté du bras (10 secondes), pétrissage et effleurage de la main, avec coude supporté sur la table (deux minutes), effleurage du poignet au coude (une minute), pétrissage puissant du poignet jusqu'au coude (trois minutes), torsion de l'avant-bras (deux minutes), massage transversal profond de l'avant-bras (trois minutes), pétrissage léger de l'avant-bras (une minute),

effleurage du poignet jusqu'au coude (une minute), tapotement du bras (dix secondes), effleurage du coude jusqu'à l'épaule (une minute), pétrissage profond du coude jusqu'à l'épaule (trois minutes), torsion du bras (une minute), massage transversal profond du triceps et du biceps (cinq minutes chacun), pétrissage léger du coude jusqu'à l'épaule (une minute), effleurage du coude jusqu'à l'épaule (une minute) et tapotement pendant quinze secondes.

Le placebo correspond à l'application de la lotion NIVEA sur le bras concerné, deux heures après l'exercice avec le bras en supination immobile pendant une demi-heure.

•Evaluation de la courbature

Évaluée après l'exercice puis à 8, 24, 48, 72, 96 et 120 heures sur une échelle de 10 (1 = pas de douleur, 10 = douleur insupportable). On leur demandait de plier, d'étendre et de palper leurs bras puis d'attribuer une note entre 1 et 10, qui qualifierait le mieux leur douleur.

•Analyse sanguine

Le jour de l'exercice, (vingt minutes avant) un prélèvement est effectué sur tube hépariné. D'autres prélèvements sont effectués immédiatement après l'exercice puis toutes les 30 minutes pendant huit heures soit (18 prélèvements). Ponctuellement, d'autres veinoponctions sont faites à 24, 48, 72, 96 et 120 heures.

⇒ Pour mesurer CK, les échantillons sont prélevés sur tube sec avant l'exercice, puis à 24h, 48, 72, 96 et 120 heures. Le taux de CK est mesuré par spectrophotométrie (en double pour chaque échantillon) à 25°C. Si les deux valeurs sont différentes à plus de 5%, une 3^{ème} mesure est faite et la valeur correspondante à une des deux 1^{ère} sera la bonne.

⇒ Pour déterminer, le taux de neutrophiles avant l'exercice et durant les huit heures suivantes, le sang est collecté dans des tubes EDTA. Le taux total et différentiel des cellules blanches sont calculés par la machine "TECHNICON 6000".

⇒ Du sérum est pris sur six sujets massés et sur trois non-massés pris au hasard pour le dosage du cortisol.

Sont mesurés les échantillons suivants :

- avant l'exercice (0 heure)
- avant le massage ou placebo (2 heures)
- immédiatement après le massage
- puis à 3, 4, 5, 6, 7 et 8 heures après l'exercice.

(Dosage par kit de radio-immunologie, en double pour tous les échantillons)

•Analyse statistique

Les différentes variables, CK, Courbatures, Neutrophiles et Cortisol sont analysés par l'analyse de la variance (ANOVA) avec une analyse dirigée. Le seuil significatif est ciblé à $P < 0,05$.

Résultats :

Pour éliminer la possibilité de différences préalables entre les deux groupes, un test

du t est effectué. Aucune différence n'est trouvée sur les diverses variables.

» Douleur musculaire :

Dans le temps, pour les deux groupes, il existe une différence significative avec une augmentation, montrant ainsi que l'exercice est suffisamment contraignant pour induire des courbatures.

L'analyse dirigée révèle une interaction significative avec le traitement. Ceci est du au fait que le groupe contrôle donne des valeurs significativement plus hautes entre 24 et 96 heures. (Le groupe contrôle avec une valeur maximale à $5,9 \pm 0,5$ à 96 heures alors que pour le groupe massé le pic est à $4,6 \pm 0,7$ à 24 heures. (cf Fig. 1)

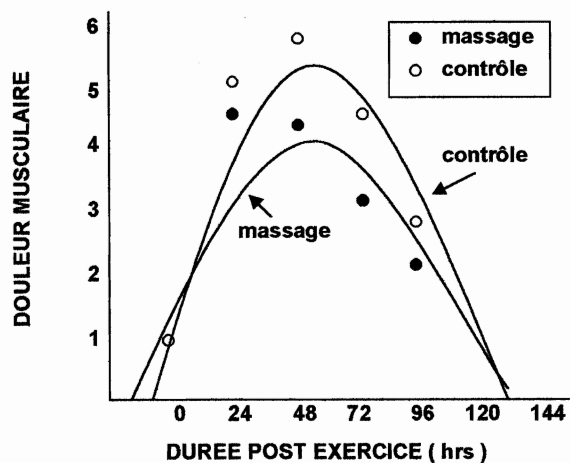


Fig.1 : Courbe quadratique de la de la sensation douloureuse

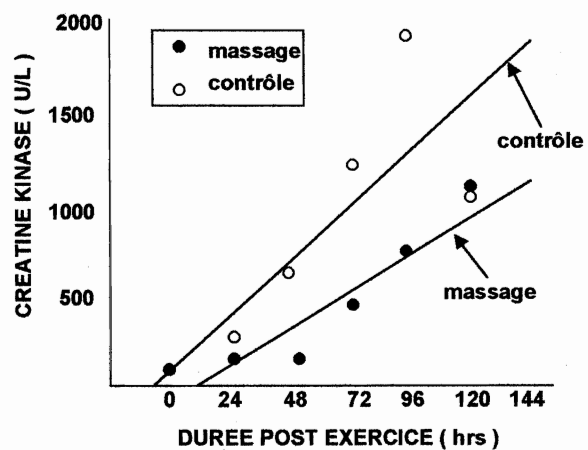


Fig.2 : Droites moyennes du taux de CK

•CK

Dans le temps, on trouve une différence significative pour les deux groupes. Ce qui vérifie la présence de traumatismes musculaires. L'analyse dirigée révèle une interaction significative entre les traités et les non-traités.

Bien que les deux groupes, montrent une augmentation linéaire de CK dans le temps, le groupe contrôle montre un accroissement plus tôt et plus rapide dans le temps. CK, pour le groupe contrôle avant l'exercice était de 80 ± 90 U/L, à 24 et 48 heures il atteint $240,4 \pm 152,8$ U/L et à 72 h il est à $648,4 \pm 494,8$ U/L. Son pic est à 96 heures avec une valeur de 1910 ± 1023 U/L. La valeur pré-exercice pour les sujets massés était de $104,7 \pm 20,5$ U/L. Pas d'augmentation significative jusqu'à 72 heures, ensuite augmentation croissante jusqu'à un pic à 1080 ± 476 U/L à 120 heures. (cf Fig. 2)

•Taux de Neutrophile

L'analyse dirigée montre une différence significative entre les deux groupes. Le groupe contrôle montre une pente inférieure à 0 alors que les massés ont une pente supérieure à 0. (cf Fig. 3)

Les valeurs pour le groupe contrôle sont de 4066 ± 626 cellules/mm³ avant l'exercice, de 4250 ± 351 à 8 heures, de 4267 ± 649 à 24 heures, ainsi à 8 heures et

24 heures, le taux de neutrophile était de 4,5 et 4,9% sous la ligne de base. Les valeurs pour le groupe massé sont de 33367 ± 505 cellules/mm³ avant l'exercice, de 3866 ± 544 à 8 heures, de 3883 ± 534 à 24 heures. Ce qui représente pour 8 et 24 heures une augmentation de neutrophiles de 14,8 et 15,3% par rapport à la ligne de base. L'élévation des neutrophiles que l'on trouve chez les massés supporte l'hypothèse que le massage interfère avec l'émigration des cellules à l'extérieur de la circulation vers les espaces tissulaires.

•Cortisol

Le test du t ne révèle aucune différence significative entre les deux groupes, aussi bien avant l'exercice qu'avant le massage ou le placebo. Par contre, avec ANOVA, l'analyse dirigée révèle une interaction significative du traitement avec l'effet linéaire temps, démontrant que l'évolution linéaire des deux groupes n'était pas parallèle. En général, il y avait une plus grande diminution du taux de cortisol pour le groupe contrôle, dans le temps, qui correspondrait en une variation diurnale normale, alors que la faible diminution que l'on constate chez les massés peut être attribuée à un effet du massage. (cf Fig. 4).

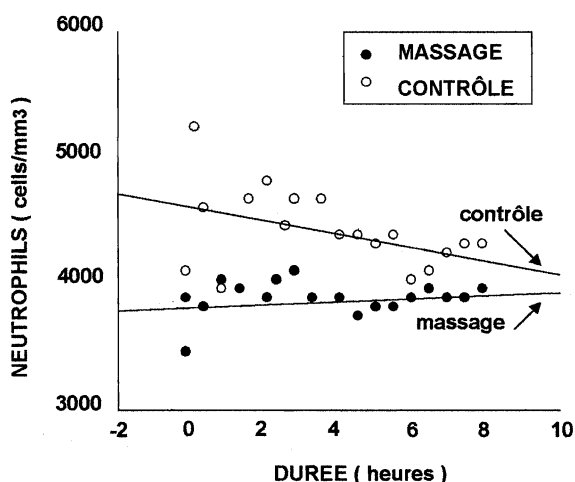


Fig.3 : Droites du taux de neutrophile moyen

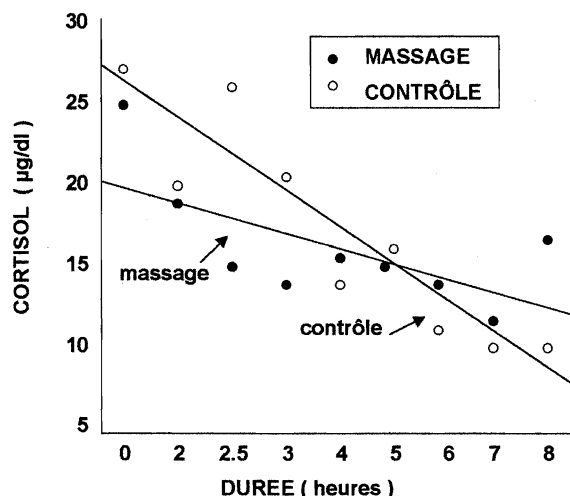


Fig.4 : Droites du taux de cortisol moyen

LIGHTFOOT

Méthodes :

31 sujets collégiens (12 garçons et 19 filles) participent au projet.. Aucun des participants n'était déjà soumis à un entraînement intensif.

Les 31 sujets sont répartis au hasard dans trois groupes correspondant aux trois traitements. Ces groupes ne diffèrent pas pour l'âge, le poids, et la charge à soulever durant l'encouragement de la courbature. Pour contrôler, les effets possibles des hormones sur les CK ou la courbature, toutes les femmes sont testées à des jours prédéfinis au cour de leur cycle menstruel.

Onze participants (trois garçons et huit filles) sont placés au hasard dans le groupe contrôle et ne reçoivent aucun traitement, avant ou après l'exercice excentrique. Dix sujets (trois garçons et sept filles) sont placés au hasard dans le groupe subissant les étirements. Ils décrivent l'effet positif ou négatif de l'étirement sur la courbature. Nous avons utilisé ce groupe pour avoir un élément prévisible puisque d'autres études ont montré que l'étirement ne détériorait ni n'améliorait la courbature. Ces sujets étiraient légèrement le quadriceps avant de commencer l'exercice excentrique. Les derniers dix sujets sont placés dans le groupe traité par massage pétrissage.

Exercice Excentrique :

Il consiste à étendre la jambe, avec des exercices de laisser tomber de talons avec charge. Pour s'exercer, les sujets se mettent en supination sur la BADGER-machine avec la plante de pied et les orteils en contact avec le bord le plus bas de la plateforme. Les talons ne sont pas en contact avec la plateforme, autorisant ainsi une dorsiflexion libre et un étirement complet du mollet. Pour induire des courbatures, les participants soulèvent leur propre poids, jambes tendues, par une extension du pied. Ils réalisent quatre séries de quinze soulevés, avec une minute de repos entre chaque série. Cet exercice a entraîné des courbatures chez tous les sujets.

Massage :

Le groupe massé reçoit dix minutes de pétrissage sur le mollet gauche immédiatement après l'exercice excentrique, puis encore une fois à 24 heures post-exercice. Ce traitement permet au mollet droit d'être utilisé comme muscle contrôle. Tous les sujets ne font aucun exercice ni aucun étirement pendant le protocole. Le pétrissage est choisi pour deux raisons :

- a) les autres recherches n'ont pas forcément utilisé ce type de massage ou ont utilisées plusieurs types de massage en même temps
- b) des études récentes ont montré que des mouvements de pétrissage profond, similaire à ce qui a été fait ici, augmentaient le débit sanguin.

Mesures :

Les participants appréciaient leur courbature après une palpation légère des muscles du mollet sur chaque jambe. Ils donnaient ensuite une note entre 0 (aucune douleur) et 6 (grande douleur avec quasi-impossibilité de bouger le membre).

•Le volume du groupe de muscles gastrocnémien et soleus

Il était estimé par la règle de Simpson. La circonférence de chaque jambe était mesurée tous les cinq centimètres de la tubérosité tibiale à la malléole médiale à l'aide d'une ficelle de mesure. Par une intégration, le volume de chaque cylindre de cinq centimètres était déterminé. La somme de tous les cylindres permettait d'accéder à la valeur totale du volume de chaque jambe.

Quand le volume entier de la jambe était déterminé, cette méthode était validée en comparant ce résultat avec celui trouvé par la méthode de déplacement d'eau. Sachant que la méthode des cylindres sous estime cette valeur. Variabilité = 1,5%

•CK

Cette mesure est utilisée ici comme marqueur indirect des lésions musculaires. Le taux de CK est déterminé par Spectrophotométrie en double exemplaire. S'il y avait une différence de 5 % entre les deux, l'échantillon était de nouveau analysé.

Procédure et analyse statistique :

Les sujets venaient au laboratoire trois fois.

A leur première visite, on leur demandait de venir à jeûne pour être pesé. Après un prélèvement était effectué pour déterminer leur taux de CK au repos.

Ensuite les sujets sont placés sur la plateforme pour la mesure des circonférences de jambe et déterminer leur volume. Les sujets du groupe contrôle ou du groupe massé ne font qu'après tout cela leur exercice excentrique. Le 3^{ème} groupe a effectué ses exercices d'étirement, la veille d'effectuer l'exercice excentrique.

Immédiatement après l'exercice, le groupe massé reçoit son premier massage pendant que les deux autres groupes restent étendus. Après cette phase, chaque sujet devait évaluer ses courbatures.

A 24 et 48 heures post-exercice, les sujets retournent au laboratoire, où au repos ils sont de nouveau collecter pour la détermination du CK.

Le volume des jambes était également déterminé, avec réévaluation de la courbature.

A 24 heures, le groupe massé reçoit son deuxième massage de dix minutes, sur la jambe gauche pendant que les deux autres groupes restent allongés.

Les notes de courbatures étaient comparées les techniques non paramétriques KRUSKAL-WALLIS, puisque les courbatures n'étaient pas continues. Les autres données étaient comparées en utilisant ANOVA.

Résultats :

Il n'y avait pas de différence parmi les groupes expérimentés, sur chaque caractère physique ou sur l'ensemble du travail. (cf Fig.1) Comme nous l'attendions, les deux mollets, dans tous les groupes expérimentés, montre une légère augmentation (significative) de la courbature à 24 heures, et une plus grande encore à 48 heures. Le mollet gauche massé ne montre aucune différence et à aucun moment avec le mollet droit en ce qui concerne la courbature.

Pas de différence significative entre la jambe droite et gauche, pour ce qui est du volume entre les divers traitements (cf Fig.2). Cela montrent que le massage et les étirements n'ont pas d'influence sur le volume.

Le taux de CK (cf Fig. 3) ne varie pas à 24 heures mais augmente de manière significative pour les groupes contrôle et massé à 48 heures. Par contre, pas de différence significative pour les différents groupes pour CK à 48 heures.

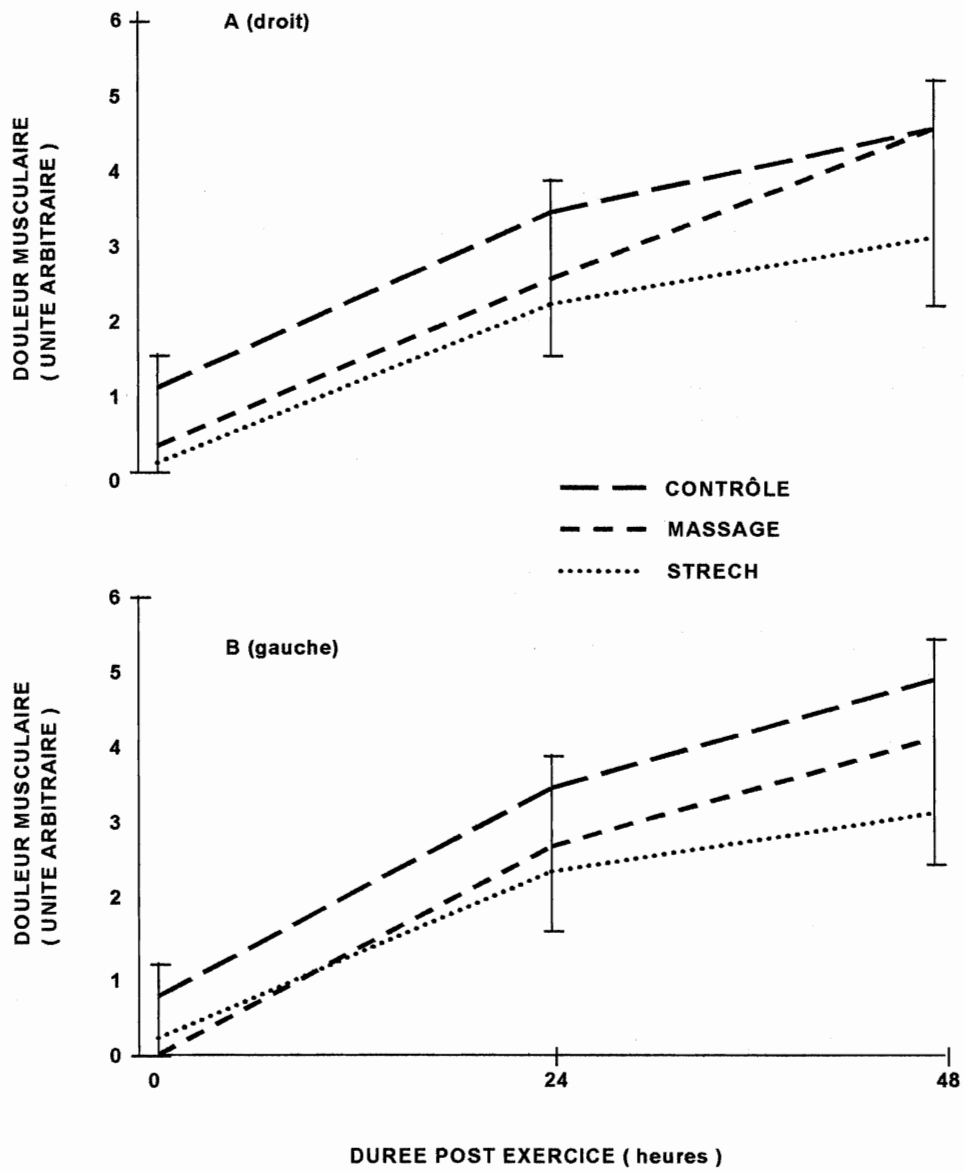


Fig.1 : Moyennes des sensations douloureuses pour les 3 groupes après l'exercice (A = valeurs de la jambe droite, B = valeurs de la jambe gauche)

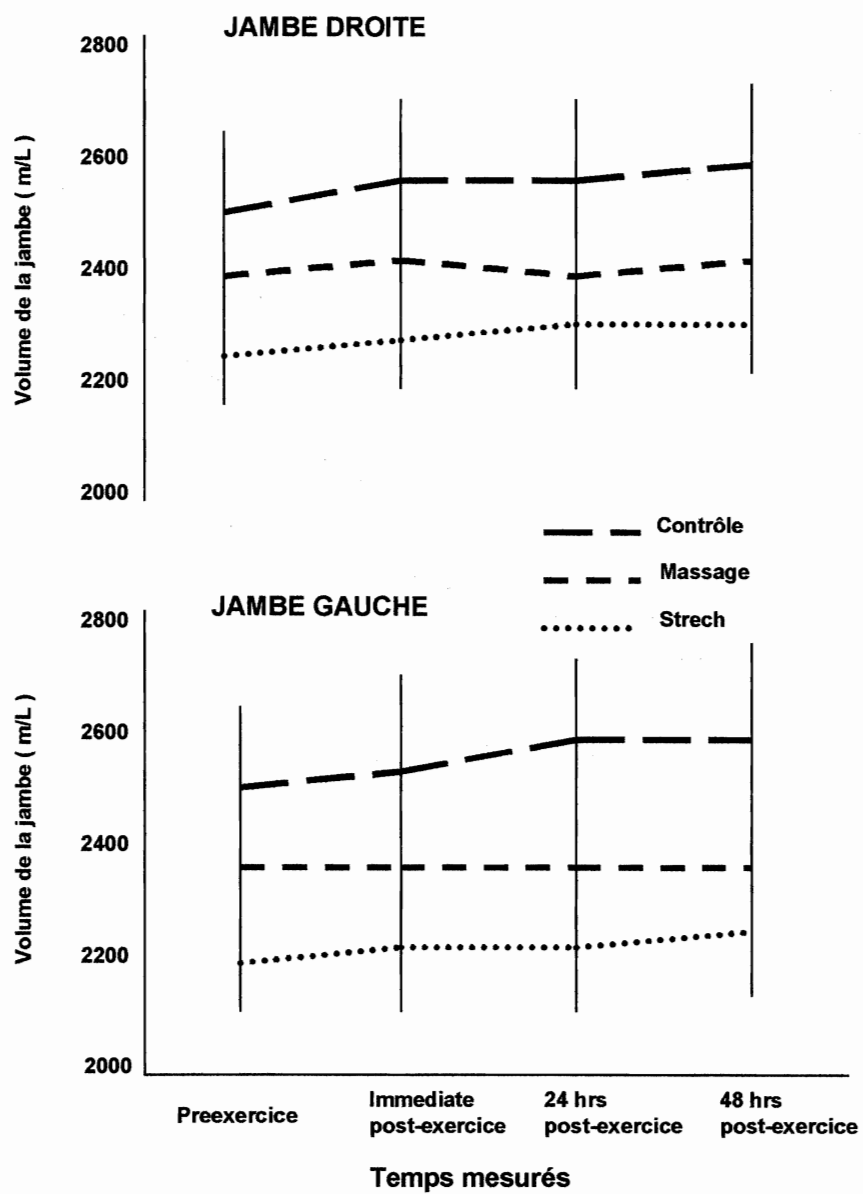


Fig.2 : Volume moyen des jambes pour les trois groupes

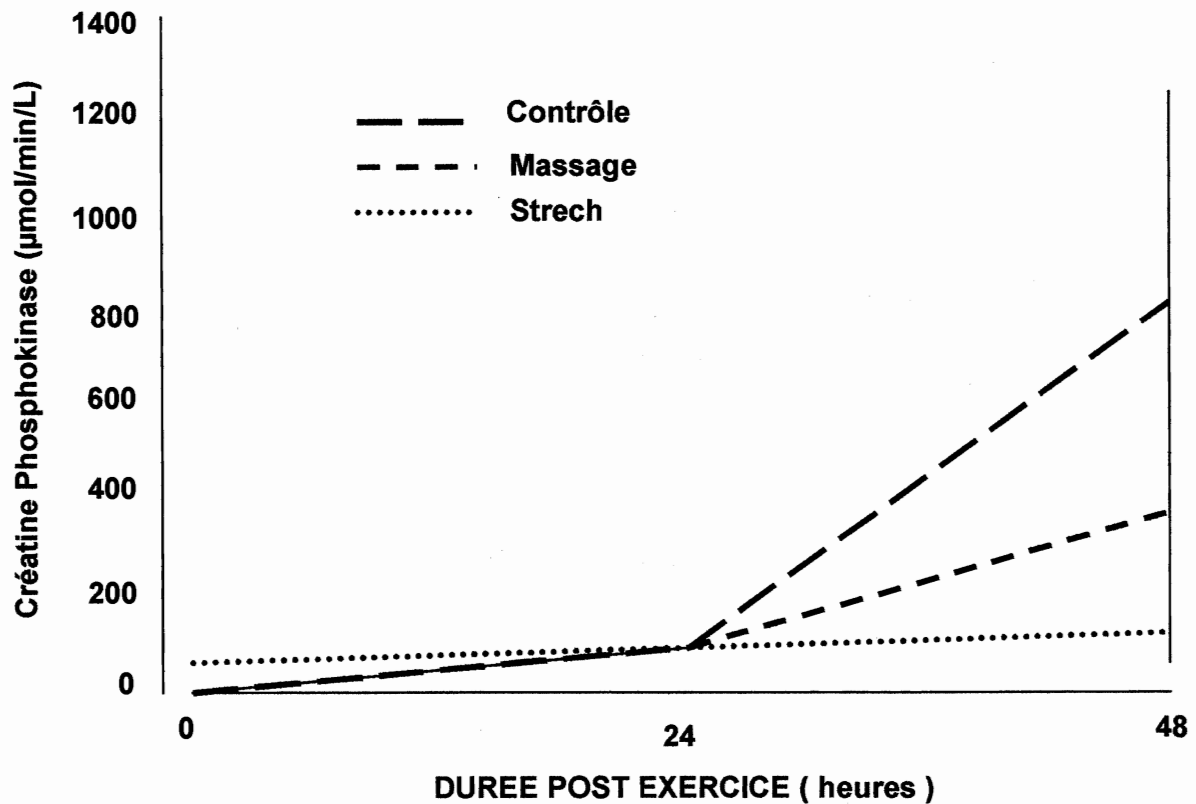


Fig.3 :Taux de CK moyen pour les trois groupes

GULICK

Méthode :

35 hommes et 38 femmes volontaires ont participé à cette étude. Tous les sujets furent familiarisés avec la procédure expérimentale par une séance pratique. Ils furent informés des risques éventuels, et obligés de s'abstenir de toute activité physique et de toute prise de médicament une semaine avant et pendant le période de rassemblement des données de l'étude.

Etude pilote :

Tous les sujets ont fait une séance pilote composée de 15 séries de 15 répétitions d'extensions excentriques du poignet à une vitesse de 30 ° par seconde avec l'extrémité supérieur ne servant pas à écrire.

Ils se sont reposés une minute entre chaque série.

L'exercice fût mesuré avec un dynamomètre isokinétique lido calibré (LOREDAN BIOMEDICALE, Sacramento ouest, CA) en mode excentrique.

Chaque patient adopta la position assise, épaules en position normale (décontracté), coude plié à 90 ° et avant-bras en pronation, comme préconiser par le fabricant.

L'amplitude du mouvement du poignet fût limitée à une flexion et à une extension de 50 °. Nous avons calculé et enregistré le travail excentrique global. Cette séance fût cruciale pour confirmer la création de courbature. Les patients se sont évalués sur l'échelle analogique de douleur, 24 et 48 heures après effort pour déterminer l'amplitude de la courbature obtenue. Si le résultat sur l'échelle analogique de douleur était supérieur ou égal à 3 sur une échelle allant de 0 à 10, le patient était autorisé à passer à l'étape suivante. Si la courbature était inférieure à 3, le sujet n'y était pas autorisé.

Mesures :

Des mesures de base, représentant la phase « phase 1 d'évaluation » furent prise pour chaque patient. Celles-ci ont permis d'évaluer l'amplitude du mouvement actif et passif du poignet, la circonférence et le volume de l'avant-bras, l'importance de la courbature d'après l'échelle analogique visuelle de la douleur et d'après le test ponctué modifié, la fonction musculaire après création de force isométrique. La fiabilité et la précision des ces mesures fût quantifiée d'après le calcul de la corrélation intra-classe (ICC) et l'erreur de mesure standard (SEM).

•Amplitude du mouvement

Nous avons obtenu une amplitude de mouvement actif et passif du poignet via une goniométrie standard avec une amplitude de mouvement actif évaluée avant une amplitude de mouvement passif et une extension mesurée avant flexion. Toutes les mesures furent prises en position assise avec le coude stabilisé en complète extension et l'avant-bras en pronation. ICC (corrélation intra-classe) (2,1) = .95 et SEM (erreur type de mesure) = .31 pour flexion, extension active et passive du poignet.

•Œdème

Nous avons mesuré l'avant-bras avec un mètre ruban anthropométrique GULLICK. Les épicondyles de l'humérus furent identifiés par un marqueur permanent. Nous avons rajouté des marques sur l'avant-bras de chacun des patients à 2.5, 5, 7.5, 10 et 12.5 cm , loin de chaque épicondyle. Les mesures : CIC (2.1) = .95 ; ESM = .02 cm. L'œdème des extrémités supérieures fût évalué par un volumètre, qui est un plethysmographe ouvert rempli d'eau. L'exactitude de ce volumètre est d'environ 1 % pour des mesures répétées (< mL) Avec une corrélation élevée (r = .97) entre le déplacement du volume et les mesures de circonférences. Le sujet immergea doucement son extrémité dans le bain à 33°C via une méthode standardisée. L'eau ayant débordée du volumètre fût soigneusement récupérée dans un container et mesurée dans un cylindre gradué. Mesures : CIC (2.1) = .95 ; SEM = 6.27 mL.

•Courbature

Nous avons évalué la courbature d'après deux méthodes.

-La première méthode était basée sur une échelle visuelle analogique de douleur, composé d'une ligne de dix cm avec des indications à chaque bout. Au bout à gauche, il y avait le chiffre 0 avec l'indication « aucune courbature du tout, » et à l'autre bout apparaissait le chiffre dix avec l'indication « courbature la plus mauvaise possible ». L'échelle visuelle analogique de douleur a été utilisé comme un outil de mesure fiable et efficace pour déterminer l'intensité de la douleur chez l'homme.

Ce n'est que lorsque l'on mesure la douleur sur une échelle proportionnelle que l'on peut obtenir un résultat parlant à partir d'un pourcentage donné de réduction de douleur.

Chaque sujet a situé le long de la ligne de dix cm par un « X », l'intensité de la courbature qu'il subissait lors de l'amplitude active du mouvement du poignet. Le chercheur a ensuite relevé soigneusement ces mesures à 0.1 cm au plus près, en partant de l'indicateur pas de courbature jusqu'au « X » .

-La deuxième méthode d'évaluation de la courbature fût basée sur la technique NEWMAN modifié à points. Nous avons fabriqué une gaine avec une feuille de polyuréthane, pouvant s'adapter à la forme de l'avant bras avec dix endroits indiqués par un point, qui s'ajuste à la longueur et à la largeur de la musculature de l'extenseur du poignet.

Une fois le coude fléchi à 90°, l'avant-bras en pronation, le poignet en position neutre, on ajusté la feuille de polyuréthane sur l'avant-bras en fixant les bandes VELCRO.

L'appareil de mesure était une sonde avec un capteur de (force) pression modèle 75 fabriquée et testée par une société d'appareils techniques.

Une intensité graduellement croissante fut appliquée à chaque point. Chaque patient signala lorsqu'il ressentait une douleur musculaire. Nous avons calculé l'indice de la courbature en prenant l'inverse de la quantité de pression appliquée à chaque endroit et en additionnant les 10 endroits. Bien que l'augmentation de la courbature ait été démontré par la réduction de la quantité de pression tolérée par la sonde, il s'est avéré qu'en inversant la somme des emplacements de la sonde, l'indice de courbature augmentait aussi.

Cette inversion des données a facilité l'analyse statistique.

•Fonction musculaire

Un dynamomètre a été utilisé pour mesuré la force isométrique du poignet. Nous avons mesuré la force isométrique lors de l'extension du poignet avec l'avant-bras en pronation et le coude stabilisé en extension.

La résistance fût appliquée sur le dos de la main par un « test de rupture » et l'intensité maximum générée fût mesurée en livres. Mesures : CIC (2.1) = .95 ; SEM = .58 lb.

Nous avons évalué l'extension isocinétique du poignet en utilisant un dynamomètre isocinétique LIDO en mode concentrique et excentrique à 30 %.

Comme l'avait demandé Loredan, les sujets ont exécuté 3 répétitions sous-maximales avant 4 contractions maximales avec rassemblement de données à la 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} répétitions.

Un travail global, torsion maximum moyenne et angle de création maximum de

puissance fût obtenu pour chaque type de contractions. Le dynamomètre isocinétique LIDO est à la fois valable et fiable pour la torsion ($r = .98$) et à la vitesse ($r = 1.00$) étudiées.

Chaque sujet a ensuite répété les exercices de fatigue locale décrits dans la séance pilote. Nous avons calculé et comparé le travail excentrique global avec celui de la séance pilote.

Un travail supplémentaire fût accompli via des séries en supplément si le travail général de la phase de rassemblement des données était moins important que celui de la séance pilote. Immédiatement après les séries d'exercices, l'amplitude du mouvement actif et passif du poignet, la circonférence de l'avant-bras, la volumétrie, l'évaluation de la courbature, et les mesures de la fonction musculaire furent répétées dans le même ordre que lors de la phase 1 d'évaluation. Nous avons enregistré chaque série d'évaluations sur une nouvelle fiche de données afin de ne pas influencer le chercheur par rapport aux mesures précédentes. Ces mesures prises immédiatement après l'effort représentèrent la phase 2 d'évaluation.

Traitement :

Nous avons réparti au hasard les patients dans un des 7 groupes.

Le traitement démarra immédiatement après la phase 2 d'évaluation. On administra aux patient du groupe A une dose de 1200 mg d'anti-inflammatoire, oxaprozin immédiatement après l'exercice excentrique. Une dose supplémentaire de 600 mg fût ingérée 12 heures plus tard.

Les sujets du groupe B utilisèrent un ergomètre pour les extrémités supérieures, à une vitesse de $360^\circ/s$ sans résistance pendant dix minutes. Les patients se sont ensuite reposées pendant dix minutes.

Le groupe C a subi un massage avec glace sur les extenseurs des poignets pendant 20 minutes. Pendant ce massage avec glace, les patients étaient assis, coude et poignet en extension, avant-bras en pronation. Le glaçon était déplacé en mouvements circulaires sur la longueur de la partie postérieur de l'avant-bras.

Le groupe D a fait des étirements des extenseurs du poignets, en position assise. Les patients furent placés passivement dans une position d'étirement de tout le coude, avec le poignet en pronation et en flexion pendant dix minutes. Les patients se reposèrent dix minutes de plus.

Le groupe E fût traité par un traitement homéopathique : la crème à l'arnica. Le chercheur appliqua une fine couche de cette crème sur la partie postérieur de l'avant-bras. Puis nous avons demandé aux patients d'appliquer 0.5 g de cette crème sur la peau toutes les 8 heures, aux heures indiqués sur le tube. Les patients se sont ensuite reposés pendant 20 minutes.

Le groupe F prit de l'ARNICA sous forme de comprimés (3 comprimés de 50 g chacun). On leur demanda de prendre ensuite 3 comprimés toutes les 8 heures pendant 3 jours. Ils se reposèrent ensuite 20 minutes.

Le groupe G, fonctionna comme le groupe de contrôle, et reçût un placebo. Ce dernier était identique en apparence, aux comprimés anti-inflammatoires. Les patients de ce groupe absorbèrent 2 comprimés au départ puis 1 autre deux heures plus tard. Les patients du groupes G reçurent les mêmes instructions que ceux du groupe A. Nous avons rappelé à tous les patients les effets secondaires éventuels soulignés sur la fiche d'acceptation, et de contacter le chercheur immédiatement en

cas de problème.

Suivi :

Toutes les variables dépendantes furent réévaluées dans le même ordre en collant bien aux conditions préalablement établies.

Cette réévaluation représenta la phase 3 d'évaluation. Chaque patient a fait un compte rendu à la clinique 24 heures (phase 4 d'évaluation), 48 heures (phase 5 d'évaluation), et 72 heures (phase 6 d'évaluation), après l'activité excentrique.

Les boîtes des sujets des groupes A, E, F, et G furent contrôlés pour conformité.

Lorsque cela fût nécessaire, les marques de mesures de circonférence furent noircies avec le marqueur indélébile pour une identification future. On rappela aux patients de ne pas prendre le moindre médicament, et de minimiser toute activité physique pendant le rassemblement des données.

Nous avons récupéré et contrôlé toutes les boîtes ainsi que pesé et enregistré les tubes de crème Arnica montana.

Analyse statistique :

Des corrélations intra classe et des erreurs de mesure type furent calculées pour toutes les variables. Les données issues de chaque mesure furent analysées par ANOVA, pour des mesures répétées dans le temps. En utilisant les tests post hoc Newman-Keuls, nous avons déterminés où ce produisaient les différences majeures entre et à l'intérieur des groupes. ($p < 0.5$). Des ANOVA à un facteur furent menées sur les différences entre la phase 3 et 4, 4 et 5, 5 et 6 d'évaluation, pour toutes les variables ($p < .05$)

Résultats :

Tous les patients ont évalués leur courbature à un niveau 3 ou plus (sur une échelle de 0 à 10) lors de l'étude pilote et ont progressé vers la phase de rassemblement des données. Il n'y avait pas de différence majeure entre les méthodes de traitement de toutes les variables évaluées. Il y eut des différences considérables entre la flexion active du poignet ($F = 10.66, p < .001$), flexion passive du poignet ($F = 9.65, p < .001$), extension passive du poignet ($F = 13.10, p < .001$), indice de courbature ($F = 10.89, p < .001$), l'angle de torsion maximum pour une contraction concentrique ($F = 3.65, p < .001$) et excentrique ($F = 7.93, p < .001$), indiquant que la présence de courbatures avait un impact sur les mesures.

Il n'y avait pas de rapport entre les durées de traitements et d'évaluation indiquant qu'ils n'y avait pas de différence entre les effets. En tentant d'analyser toutes les différences possibles, des ANOVA à un facteur furent aussi menées sur les différences entre la phase d'évaluation 3 et 4, 4 et 5, 5 et 6 pour toutes les variables. Cependant aucune différence majeure ne fût notée. Les coefficients (de corrélation de moment) du produit Pearson pour la circonférence de l'avant bras et la courbature, et pour le volume du membre et la courbature étaient respectivement .98 et .95. les coefficient (de corrélation de moment) du produit Pearson pour la flexion

active du poignet et la courbure et l'extension active du poignet et la courbure étaient respectivement de .98 et .99. afin de synthétiser toutes les données, les dessins 1 à 4 démontrent les tendances générales des groupes de traitement pour les 4 zones d'intérêt : amplitude du mouvement (cf Fig.1), œdème (cf Fig.2), courbure (cf Fig.3) et fonction musculaire (cf Fig.4).

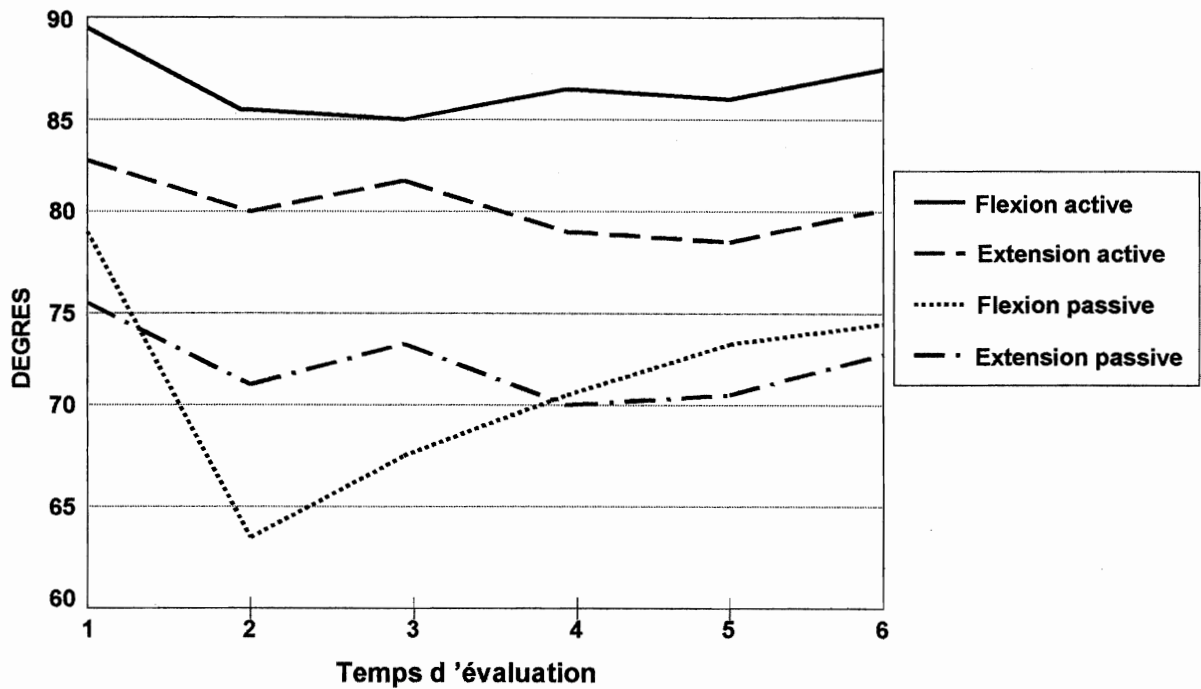


Fig 1: Mesures de l'amplitude des différents mouvements

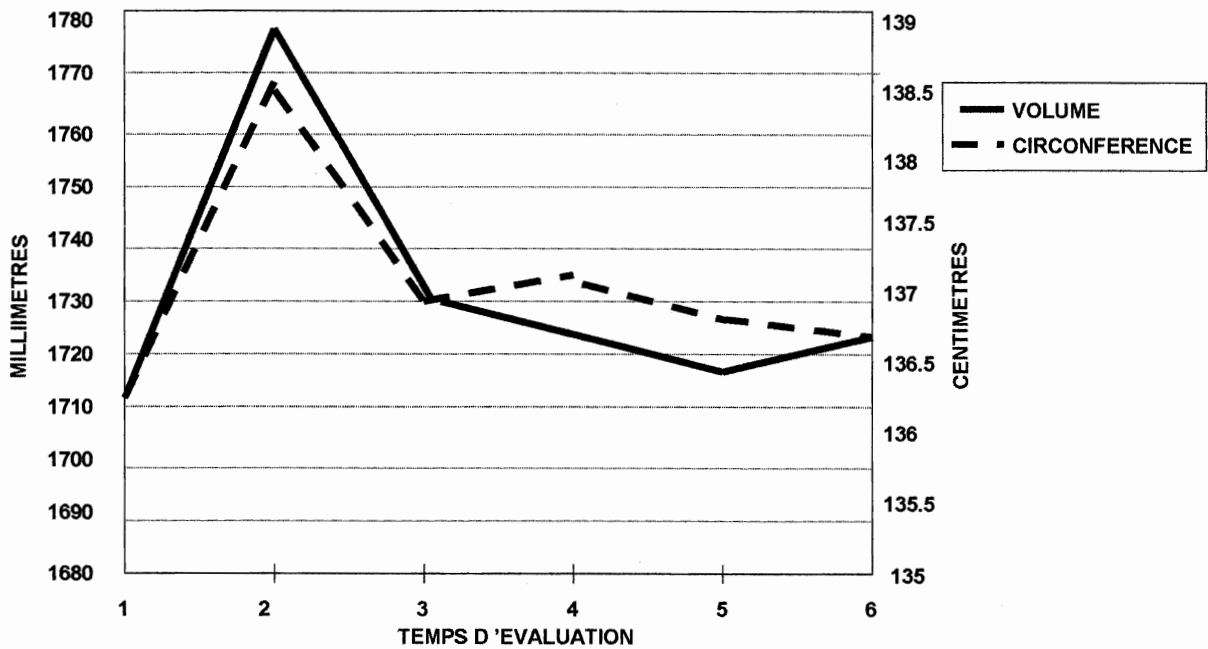


Fig.2 : Mesures moyennes de l'œdème de l'avant bras

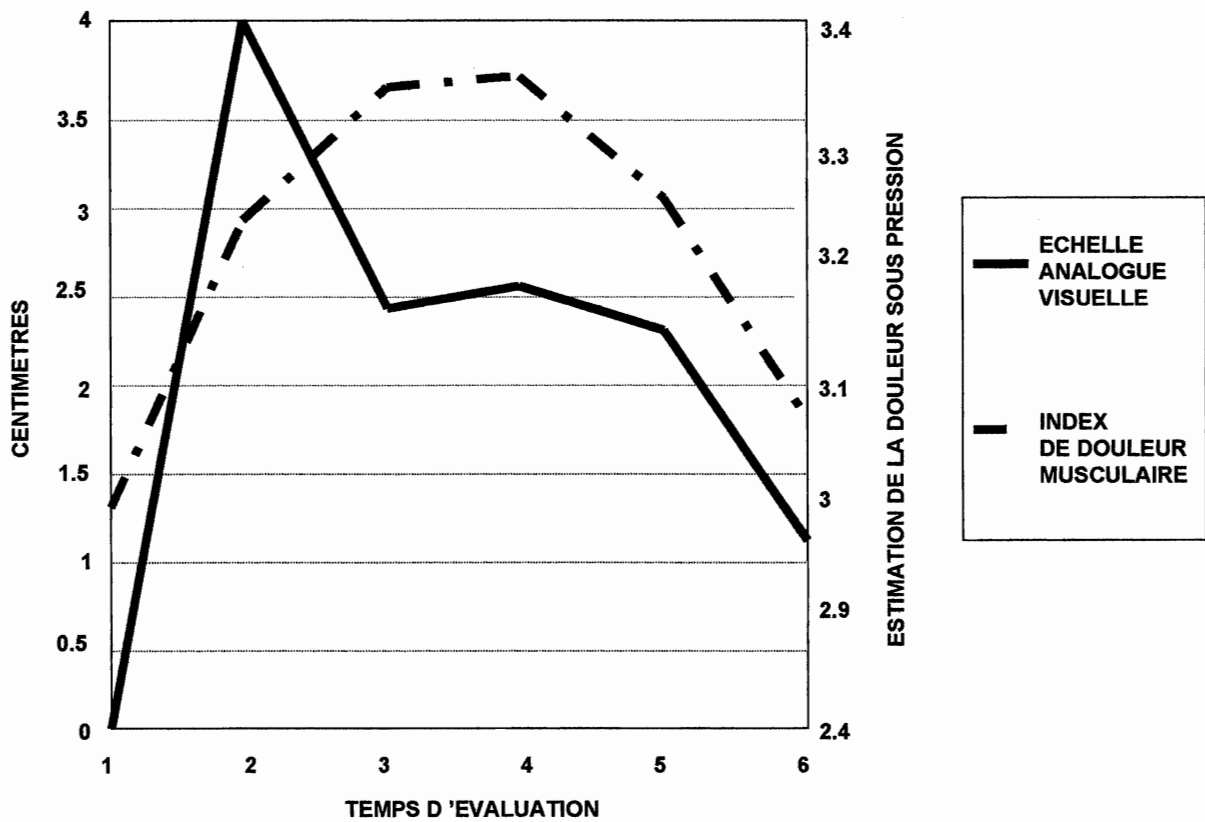


Fig.3 : Moyennes des douleurs musculaires

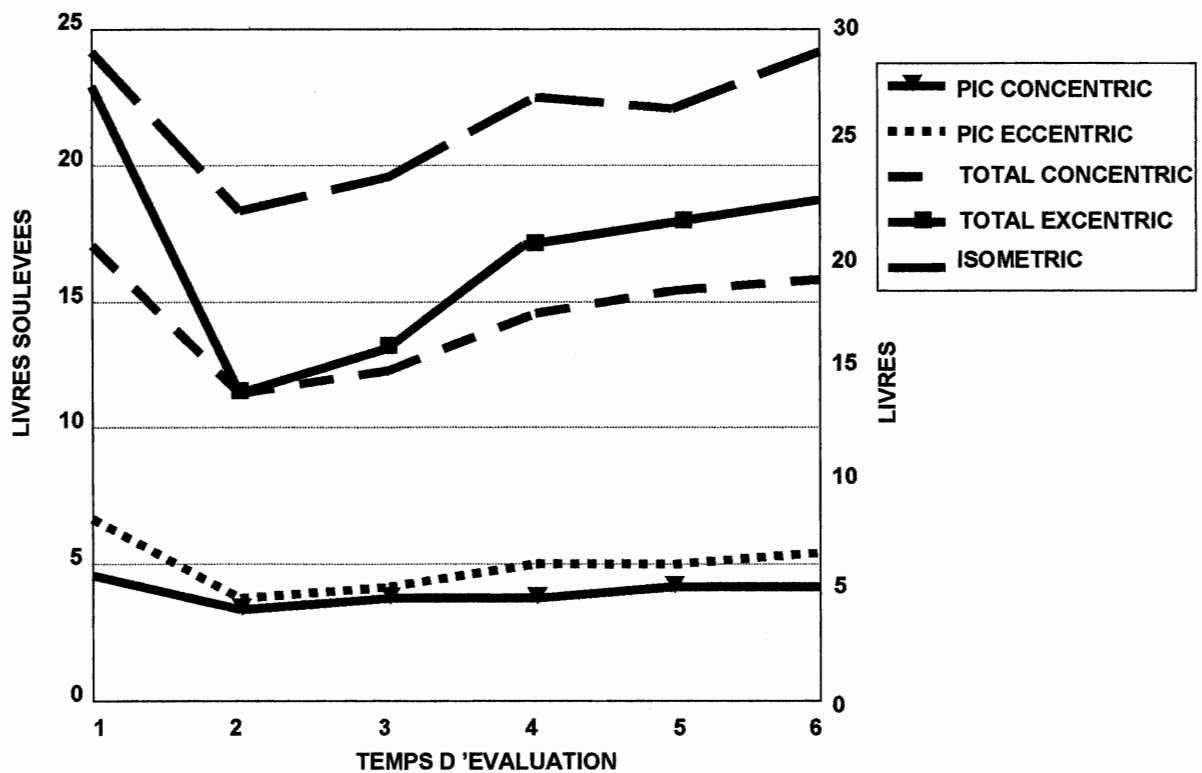


Fig.4 : Mesures de l'extension musculaire du poignet

ANNEXE 2

FICHE D'EXAMEN : PROTOCOLE PEGASE-MAYENNE / LPG OCTOBRE – NOVEMBRE 98

Date :

Nom du cheval :

Age :

Numéro de sire :

Gain à ce jour :

Niveau d'entraînement :

- > Reprise
- > Préparation
- > Prêt à courir
- > Compétition performant
- > Compétition non performant

• Si le cheval est en compétition :

> Date de la dernière course :

> Place :

> Déroulement :

• Ration alimentaire :

.....
.....

• Antécédents médicaux :

• Examen clinique :

- Aspect physique :

> Bien

> Maigre

> Gros

- Température :

- Crottins :

> Normaux

> Mous

> Secs

- Appétit :

> Bon

> Mauvais

- Appareil cardio-vasculaire :

> FC repos :

> Rythme cardiaque :

> Muqueuses : Rosées Rouges Pâles

- Appareil respiratoire :

> Nez :

> Ganglions :

> Slap test : Normal Anormal

> Auscultation :

- Examen orthopédique :

EXAMEN STATIQUE

| | AG | AD | | PG | PD | DOS | |
|---------------------|----|----|------------------|----|----|---------------------|--|
| Aplomb-fers | | | | | | Symétrie | |
| Symétrie | | | | | | Chaleur-déf° | |
| Pouls digité | | | | | | Mobilisation | |
| Chaleur-déf° | | | | | | Cordons test | |
| Flexion | | | | | | PTR | |
| Planche | | | extension | | | L4 m.psoas | |
| Pince explo | | | | | | L6 m.glut | |
| mobilisation | | | | | | Anneaux ing | |
| | | | | | | ovaire | |

EXAMEN DYNAMIQUE

En ligne droite

| | AG | AD | | PG | PD | surfaix | |
|---------------------|----|----|---------------------------|----|----|---------|--|
| Pas | | | | | | | |
| Trot sol dur | | | | | | | |
| Sol souple | | | | | | | |
| Pince explo | | | | | | | |
| Flexions | | | | | | | |
| -Boulet | | | -Boulet | | | | |
| | | | -Jarret | | | | |
| | | | | | | | |
| Mobilisation | | | Mobilisation | | | | |
| | | | -Rotule | | | | |
| | | | -Flexion/extension | | | | |
| | | | | | | | |

Sur le cercle

| | AG | AD | | PG | PD | surfaix | |
|-------------------|----------|----|--|----|----|---------|--|
| Sol dur | G | | | | | | |
| | D | | | | | | |
| Sol souple | G | | | | | | |
| | D | | | | | | |

Conclusion :

.....

.....

.....

ANNEXE 3

| | D1 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V2 | 191 | | 182 | 130 |
| 09.10 | V4 | 156 | | 144 | 187 |
| 13.10 | V4 | 176 | 171 | 154 | 128 |
| 15.10 | V2 | 152 | 140 | 133 | 133 |
| 20.10 | V2 | 128 | 131 | 124 | 132 |
| 22.10 | V4 + pma | 209 | 208 | 184 | 168 |
| 24.10 | V2 | 158 | 164 | 140 | 126 |
| 27.10 | V4 + pma | 248 | 258 | 199 | 174 |
| 30.10 | V2 | 179 | 174 | 135 | 143 |
| 02.11 | V4 | 172 | 160 | 133 | 118 |
| 04.11 | V4 | 271 | 293 | 190 | 116 |

| | F1 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 143 | | | 124 |
| 09.10 | V4 + DEP | 132 | | 165 | 103 |
| 13.10 | V2 | 144 | 143 | 154 | 103 |
| 16.10 | V2 V4 V2 | 142 | 139 | 132 | |
| 19.10 | V4 | 121 | 109 | 91 | 90 |
| 25.10 | V2 V4 V2 | 162 | 147 | 116 | 96 |
| 28.10 | V4 | 126 | 109 | 84 | 104 |
| 31.10 | V4 + PMA | 190 | 168 | 82 | 108 |
| 03.11 | V2 | 119 | 124 | 109 | 102 |
| 06.11 | V4 + PMA | 158 | 150 | 94 | 93 |



| | D2 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 270 | | 249 | 176 |
| 09.10 | V4 | 205 | | 168 | 151 |
| 15.10 | V2 | 208 | 191 | 197 | 172 |
| 17.10 | V4 | | | | |
| 20.10 | V4 + pma | 267 | 230 | 150 | 142 |
| 22.10 | V2 | 227 | 250 | 169 | 143 |
| 27.10 | V2 | 303 | 262 | 171 | 126 |
| 30.10 | V4 | | 578 | 232 | 135 |
| 02.11 | V2 | 906 | 1030 | 600 | 214 |

D2 se retrouve tout seul étant donné que la jument E1 fut exclue du protocole suite à une tendinite



| | F2 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 258 | | 238 | 181 |
| 08.10 | V4 | 174 | | 177 | 201 |
| 10.10 | V2 V4 V2 | 186 | | 188 | 168 |
| 13.10 | V4 | 175 | 195 | 187 | 151 |
| 15.10 | V2 V4 V2 | 163 | 186 | 183 | 170 |
| 17.10 | V4 | 176 | 193 | | 153 |
| 20.10 | V4 | 186 | 202 | 154 | 154 |
| 22.10 | V2 | 170 | 182 | 159 | 158 |
| 24.10 | V2 | 183 | 173 | 174 | 166 |
| 27.10 | V2 | 175 | 195 | 159 | 153 |
| 31.10 | V4 | 208 | 195 | 161 | 149 |
| 03.11 | V4 | 167 | 133 | 215 | 213 |
| 06.11 | V2 | 203 | 237 | 186 | 506 |

| | G1 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 145 | | 173 | 162 |
| 08.10 | V4 | 177 | | 148 | 156 |
| 10.10 | V2 V4 V2 | 176 | | 141 | 136 |
| 13.10 | V4 | 158 | 139 | 140 | 122 |
| 15.10 | V2 V4 V2 | 161 | 184 | 137 | 126 |
| 17.10 | V4 | 171 | 147 | 125 | 133 |
| 20.10 | V4 | 163 | 194 | 117 | 116 |
| 22.10 | V2 V4 V2 | 148 | 174 | 132 | 133 |
| 24.10 | V2 | 133 | 167 | 153 | 157 |
| 27.10 | V4 + PMA | 288 | 317 | 192 | 143 |
| 30.10 | V2 | 184 | 172 | 140 | 122 |
| 02.11 | V4 | 282 | 289 | 150 | 148 |
| 04.11 | V4 + DEP | 173 | 159 | 141 | 139 |
| 06.11 | V2 | 162 | 155 | 105 | 109 |

◆

| | F3 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 07.10 | V2 | 186 | | 184 | 147 |
| 16.10 | V2 | 268 | 239 | 202 | 142 |
| 19.10 | V2 V4 V2 | 911 | 901 | 361 | 196 |
| 22.10 | V4 | 192 | 196 | 158 | 158 |
| 25.10 | V4 +PMA | 209 | 241 | 173 | 174 |
| 28.10 | V2 | 175 | 186 | 161 | 161 |
| 06.11 | V2 | 323 | 331 | 206 | 298 |
| 09.11 | V2 | ? | ? | ? | ? |

| | F4 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 208 | | 231 | 199 |
| 09.10 | V4 | 191 | | 205 | 168 |
| 14.10 | V2 | 227 | 221 | 191 | 214 |
| 16.10 | V2 V4 V2 | 262 | 230 | 378 | 232 |
| 19.10 | V4 + PMA | 207 | 228 | 207 | 212 |
| 22.10 | V2 | 227 | 253 | 225 | 223 |
| 27.10 | V2 | 239 | 225 | 230 | 193 |
| 29.10 | V4 + DEP | 174 | 375 | 181 | 181 |
| 04.11 | V2 | 286 | 328 | 187 | 185 |
| 06.11 | V2 | 219 | 202 | 200 | 196 |

◆

| | G2 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 07.10 | V2 | 207 | | 157 | 166 |
| 09.10 | V2 V4 V2 | 279 | | 234 | 159 |
| 12.10 | V2 | 230 | | 187 | |
| 16.10 | V2 | 203 | 184 | 180 | 122 |
| 19.10 | V4 | 188 | 199 | 160 | 116 |
| 22.10 | V4 | 233 | 204 | 163 | 132 |
| 24.10 | V2 | 177 | 178 | 143 | 142 |
| 27.10 | V4 + PMA | 320 | 275 | 226 | 140 |
| 30.10 | V2 | 192 | 186 | 151 | 125 |
| 04.11 | V2 | 171 | 197 | 131 | 128 |
| 06.11 | V4 | 206 | 144 | 157? | 125 |

| | G3 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 198 | | | 178 |
| 09.10 | V4 | 285 | | 233 | 150 |
| 11.10 | V2 | 214 | | 226 | 162 |
| 13.10 | V4 | 223 | 201 | 238 | 160 |
| 16.10 | V4 | 211 | 192 | 179 | 168 |
| 19.10 | V4 + DEP | 237 | 194 | 165 | 141 |
| 22.10 | V2 V4 V2 | 188 | 222 | 160 | 182 |
| 24.10 | V2 | 152 | 165 | 159 | 155 |
| 27.10 | V4 + PMA | 415 | 447 | 184 | 175 |
| 30.10 | V2 | 179 | | 157 | 144 |
| 04.11 | V2 | 182 | 192 | 157 | 130 |

◆

| | H1 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 + PMA | 272 | | 235 | 195 |
| 09.10 | V4 | 328 | | 263 | 153 |
| 11.10 | V2 | 225 | | 166 | 147 |
| 13.10 | V4 | 212 | 190 | 251? | 148 |
| 16.10 | V4 + PMA | 291 | 237 | 249 | 190 |
| 25.10 | V4 + DEP | 238 | 238 | 163 | 204 |
| 28.10 | V4 + DEP | 276 | 261 | 157 | 168 |
| 30.10 | V4 + DEP | 254 | 292 | 217 | 131 |
| 02.11 | V2 | 162 | 173 | 137 | 167 |

| | H2 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 + PMA | 211 | | 202 | 99 |
| 09.10 | V4 | 146 | | 134 | 100 |
| 11.10 | V2 | 143 | | 170 | 90 |
| 15.10 | V2 | 140 | 148 | 141 | 130 |
| 17.10 | V2 V4 V2 | 145 | 115 | 129 | 99 |
| 19.10 | V4 + DEP | 126 | 118 | 106 | 113 |
| 24.10 | V2 | 97 | 104 | 94 | 461? |
| 27.10 | V4 | 311 | 129 | 109 | 88 |
| 29.10 | V4 + PMA | 122 | 141 | 96 | 96 |
| 01.11 | V2 | 104 | 99 | 101 | 95 |
| 04.11 | DEP mont | 115 | 110 | 91 | 91 |

◆

| | H3 | CPK1 | CPK2 | CPK3 | CPK4 |
|-------|-----|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 199 | | | 192 |
| 08.10 | V2 | 307 | | 197 | 252 |
| 10.10 | DEP | | | 178 | 191 |
| 13.10 | V4 | 236 | 216 | 251 | 170 |
| 16.10 | V4 | 236 | 227 | 202 | 165 |
| 19.10 | V4 | 215 | 219 | 192 | 185 |
| 22.10 | V4 | 199 | 217 | 180 | 202 |
| 31.10 | V2 | 242 | 241 | 153 | 155 |
| 03.11 | V2 | 168 | 203 | 148 | 158 |
| 06.11 | V4 | 203 | 200 | 152 | 140 |

| | H4 | CPK1 | CPK2 | CPK2 | CPK4 |
|-------|----------|------|------|------|------|
| 06.10 | V4 | 774 | | | 234 |
| 08.10 | V2 | 1462 | | 724 | 386 |
| 10.10 | V4 | | | 334 | 235 |
| 13.10 | V2 V4 V2 | 594 | 905 | 365 | 200 |
| 16.10 | V4 + PMA | 879 | 793 | 272 | 223 |
| 19.10 | V2 | 265 | 289 | 204 | 170 |
| 22.10 | V2 | 235 | 267 | 176 | 170 |
| 27.10 | V2 | 866 | 390 | 235 | 193 |
| 30.10 | V4 | 4385 | 6983 | 1014 | 439 |
| 02.11 | V2 | 3326 | 4451 | 896 | 321 |

ANNEXE 4

| D1 | FC | FR |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 06.10.98 | fc1= 54 , fc2= 48 , fc3= 48 | fr1= 14 , fr2= 20 , fr3= 14 |
| 09.10.98 | fc1= 50 , fc2= 48 , fc3= 44 | fr1=8 , fr2= 14 , fr3= 12 |
| 13.10.98 | fc1= 44 , fc2= 44 , fc3= 42 | fr1= 11 , fr2= 12 , fr3= 10 |
| 20.10.98 | fc1= 48 , fc2= 50 , fc3= 40 | fr1= 16 , fr2= 24 , fr3= 20 |
| 22.10.98 | fc1= 42 , fc2= 39 , fc3= 40 | fr1= 14 , fr2= 13 , fr3= 13 |
| 27.10.98 | fc1= 40 , fc2= 44 , fc3= 44 | fr1= 12 , fr2= 12 , fr3= 13 |
| 30.10.98 | fc1= 50 , fc2= 44 , fc3= 44 | fr1= 13 , fr2= 13 , fr3= 14 |
| 02.11.98 | fc1= 48 , fc2= 48 , fc3= 40 | fr1= 16 , fr2= 20 , fr3= 16 |

| F3 | FC | FR |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 07.10.98 | fc1= 40 , fc2= 38 , fc3= ... | fr1= 14 , fr2= 16 , fr3= ... |
| 16.10.98 | fc1= 42 , fc2= 37 , fc3= 38 | fr1= 11 , fr2= 10 , fr3= 11 |
| 19.10.98 | fc1= 46 , fc2= 38 , fc3= 40 | fr1= 14 , fr2= 10 , fr3= 12 |
| 22.10.98 | fc1= 40 , fc2= 40 , fc3= 36 | fr1= 14 , fr2= 12 , fr3= 12 |
| 28.10.98 | fc1= 42 , fc2= 38 , fc3= 37 | fr1= 10 , fr2= 9 , fr3= 10.. |
| 06.11.98 | fc1= 38 , fc2= 42 , fc3= 36 | fr1= 10 , fr2= 10 , fr3= 10. |

| G1 | FC | FR |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 06.10.98 | fc1= 34 , fc2= 26 , fc3= 28 | fr1= 8 , fr2= 10 , fr3= 10 |
| 08.10.98 | fc1= 42 , fc2= 32 , fc3= 36 | fr1= 10 , fr2= 8 , fr3= 10 |
| 10.10.98 | fc1= 40 , fc2= 50 , fc3= 40 | fr1= 10 , fr2= 10 , fr3= 9 |
| 13.10.98 | fc1= 40 , fc2= 36 , fc3= 36 | fr1= 8 , fr2= 9 , fr3= 9 |
| 20.10.98 | fc1= 38 , fc2= 36 , fc3= 36 | fr1= 14 , fr2= 12 , fr3= 12 |
| 22.10.98 | fc1= 44 , fc2= 40 , fc3= 38 | fr1= 12 , fr2= 12 , fr3= 9 |
| 27.10.98 | fc1= 36 , fc2= 36 , fc3= 36 | fr1= 10 , fr2= 10 , fr3= 9 |
| 30.10.98 | fc1= 38 , fc2= 38 , fc3= 35 | fr1= 12 , fr2= 12 , fr3= 10 |
| 02.11.98 | fc1= 40 , fc2= 32 , fc3= 36 | fr1= 12 , fr2= 8 , fr3= 12 |
| 04.11.98 | fc1= 44 , fc2= 42 , fc3= 36 | fr1= 8 , fr2= 12 , fr3= 10 |
| 06.11.98 | fc1= 51 , fc2= 42 , fc3= 48 | fr1= 16 , fr2= 14 , fr3= 12 |

| G2 | FC | FR |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 07.10.98 | fc1= ... , fc2= 28 , fc3= 40 | fr1= ... , fr2= 14 , fr3= 16 |
| 09.10.98 | fc1= 52 , fc2= 52 , fc3= 40 | fr1= 8 , fr2= 12 , fr3= 20 |
| 16.10.98 | fc1= 56 , fc2= 44 , fc3= 38 | fr1= 20 , fr2= 12 , fr3= 11 |
| 19.10.98 | fc1= 45 , fc2= 36 , fc3= 36 | fr1= 24 , fr2= 24 , fr3= 20 |
| 22.10.98 | fc1= 54 , fc2= 46 , fc3= 38 | fr1= 12 , fr2= 10 , fr3= 12 |
| 27.10.98 | fc1= 51 , fc2= 46 , fc3= 45 | fr1= 15 , fr2= 13 , fr3= 15 |
| 30.10.98 | fc1= 48 , fc2= 48 , fc3= 45 | fr1= 12 , fr2= 12 , fr3= 14 |
| 04.11.98 | fc1= 48 , fc2= 38 , fc3= 38 | fr1= 10 , fr2= 9 , fr3= 8 |
| 06.11.98 | fc1= 51 , fc2= 42 , fc3= 48 | fr1= 16 , fr2= 14 , fr3= 12 |

| H2 | FC | FR |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 06.10.98 | fc1= 40 , fc2= 38 , fc3= 38 | fr1= 24 , fr2= 22 , fr3= 26 |
| 09.10.98 | fc1= 40 , fc2= 38 , fc3= 38 | fr1= 12 , fr2= 12 , fr3= 16 |
| 11.10.98 | fc1= 40 , fc2= 36 , fc3= 44 | fr1= 16 , fr2= 12 , fr3= 16 |
| 13.10.98 | fc1= 38 , fc2= 36 , fc3= 36 | fr1= 9 , fr2= 9 , fr3= 10 |
| 16.10.98 | fc1= 38 , fc2= 40 , fc3= 36 | fr1= 12 , fr2= 13 , fr3= 13 |
| 23.10.98 | fc1= 38 , fc2= 32 , fc3= 34 | fr1= 12 , fr2= 9 , fr3= 10 |
| 28.10.98 | fc1= 42 , fc2= 37 , fc3= 38 | fr1= 10 , fr2= 10 , fr3= 10 |
| 30.10.98 | fc1= 50 , fc2= 44 , fc3= 44 | fr1= 13 , fr2= 13 , fr3= 14 |
| 02.11.98 | fc1= 40 , fc2= 40 , fc3= 36 | fr1= 12 , fr2= 8 , fr3= 8 |

| H3 | FC | FR |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 06.10.98 | fc1= 50 , fc2= 44 , fc3= ... | fr1= 10 , fr2= 9 , fr3= |
| 08.10.98 | fc1= 44 , fc2= 40 , fc3= 38 | fr1= 10 , fr2= 7 , fr3= 8 |
| 10.10.98 | fc1= 44 , fc2= 40 , fc3= 40 | fr1= 16 , fr2= 16 , fr3= 12 |
| 13.10.98 | fc1= 40 , fc2= 48 , fc3= 33 | fr1= 8 , fr2= 14 , fr3= 7 |
| 16.10.98 | fc1= 38 , fc2= 38 , fc3= 34 | fr1= 10 , fr2= 9 , fr3= 10 |
| 19.10.98 | fc1= 38 , fc2= 39 , fc3= 40 | fr1= 12 , fr2= 11 , fr3= 12 |
| 22.10.98 | fc1= 44 , fc2= 33 , fc3= 40 | fr1= 12 , fr2= 10 , fr3= 10 |
| 31.10.98 | fc1= 40 , fc2= 36 , fc3= 34 | fr1= 8 , fr2= 9 , fr3= 8 |
| 03.11.98 | fc1= 36 , fc2= 33 , fc3= 36 | fr1= 14 , fr2= 10 , fr3= 10 |
| 06.11.98 | fc1= 34 , fc2= 34 , fc3= 32 | fr1= 10 , fr2= 12 , fr3= 10 |

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- *1) ARKKO PJ, PAKARINEN AJ, « Effects of whole body massage on serum protein and hormone concentrations, enzyme activities and haematological parameters. » Int Sports Med 1983 ; 4 :265-267**
- *2) ARMSTRONG RB, » Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness : A brief review. » Med Sci Sports Exerc 16, 1984, p 529-538**
- *3) ARMSTRONG RB, WARREN GL, WARREN JA « Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. » Sports Med 12, 1991, p 184-207**
- *4) BALKE B, ANTHONY J, WYATT F, « The effects of massage treatment on exercise fatigue », Clinical Sports Medicine , 1, p 189-196, 1989**
- *5) BARONE R, « Anatomie comparée des mammifères domestiques : Arthrologie et myologie, tome 2 », édition VIGOT, 1989**
- *6) BARREY E et DEMONCEAU T « Fiche technique : enzymes musculaires et suivi médico-sportif. » Equathlon, 1991, 3(9), p 34.**
- *7) BENTLEY S, « Exercise-induced muscle cramp : Proposed mechanisms and management. », Sports Med , 21 (6) : 409-420, 1996**
- *8) BOONE T, COOPER R, « A physiologic evaluation of the sports massage », JNAT, Athletic training, vol 26, p 51-54, 1991**
- *9) CAFARELLI E, SIM J, CAROLAN B, LIEBESMAN J, « Vibratory massage and short term recovery from muscular fatigue. » Int J Sports Med 11 : 474-478, 1990**

- *10)** CAFARELLI E, FLINT F, « The role of massage in preparation for and recovery from exercise » Sports Medecine 14 (1) : 1-9, 1992
- *11)** CALLAGHAN MJ, « The role of massage in the management of the athlete : a review ; » Br J Sp Med 1993 ; 27(1) 28-33
- *12)** CINQUE C, « Massage for cyclists : The winning touch ? », The physician and sports medecine, vol 17, n°10, Octobre 1989
- *13)** CLARK G, ROBISON A, GNEPP D, « Effects of transport of enzyme on plasma creatine kinase time-activity curves after myocardial infarction in dogs. », Circulation Research, Vol 43. N°2 (1978)
- *14)** CLARKSON P, NOSAKA K, BRAUN B, « Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. », Medecine and science in sports and exercise, vol 24n°5, p 512-520, 1991
- *15)** COMMANDRE F et FORNARIS E « Myalgies, crampes, contractures et sport » Médecine du sport : Pratiques du sport et accompagnements médicaux de MAGNIN P et CORNU JM, Ellipses, 1997, p 383-391
- *16)** COSSE M, « Douleur et kinésithérapie », Soins, n°568, p36-38, 1993
- *17)** COUROUCE A, CHATARD JC, AUVINET B, « Estimation of performance potential of standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. », Equine Vet J, 29 (5), p 365-369, 1997
- *18)** DEMONCEAU T, AUVINET B, « Test d'effort de terrain pour trotteurs à l'entraînement : réalisation pratique et premiers résultats. » dans Compte-rendu de la 18^{ème} Journée d'Etude. CEREOPA, Paris, 120-132, 1992

- *19)** DEMONCEAU T and al, « Modélisation de la relation lactate-vitesse chez le cheval de sport en fonction de la spécificité de l'entraînement. » dans Compte-rendu de la 17^{ème} Journée d'Etude. CEREOPA, Paris, 99-107, 1991
- *20)** DENOIX JM, PAILLOUX JP « Approche de la Kinésithérapie du cheval », édition MALOINE, 2^e édition, 1997
- *21)** DENOIX JM, « Approche sémiologique des boiteries chez le cheval : Premières étapes. » Le point vétérinaire, Vol 23, N°142, Mars 1992.
- *22)** DESBROSSES F « Examen clinique de routine en médecine sportive du cheval trotteur. » Equathlon, vol 2 n°18, 1990, P 29-35
- *23)** DUFOUR M, « Massages ». Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie- Rééducation fonctionnelle, 26- 100-A-10, 1996, 32p
- *24)** EBEL A, WISHAM LH, « Effect of massage on muscle temperature and radiosodium clearance." »Arch Phys Med 1952 ; 33 : 399-405
- *25)** ERNST E, MATRAI A, MAGYAROSY I, LIEBERMEISTER RGA, »Massages cause changes in blood fluidity. » Physiotherapy 1987 ; 73 : 43-45
- *26)** EVANS D « The cardio-vascular system : adaptations to exercise and training. » In the athletic horse by ROSE R et HODGSON D, Saunders compagny, 1994, p 132-142
- *27)** FÖLDJI M, « Le traitement des lymphoedèmes. Les grosses jambes. », Masson Ed, PARIS, 157-163, 1983
- *28)** FRANCAUX M et STURBOIS X, Effort et muscle dans Médecine du sport : Pratiques du sport et accompagnements médicaux de MAGNIN P et CORNU JM, Ellipses, 1997, p 90-111

***29)** FRIEDEL R, DIEDERICHS F, LINDENA J, « Release and extracellular turnover of cellular enzymes. » in Schmidt Etal (cds) Advances in clinical enzymology, KARGER BASLE, 70-104, 1979

***30)** FRIDEN J, LIEBER R, « Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. », Medecine and science in sports and exercise, vol 24 n°5, p 521-530, 1991

***31)** GEOFFREY C, « Massage-the scientific basis of an ancient art : part 1. The techniques » Br J Sp Med, 1994 ; 28(3) 149-152

***32)** GEOFFREY C., « Massage- the scientific basis of an ancient art : part 2. Physiological and therapeutic effects ; » Br J Sp Med 1994 ; 28(3) 153-156

***33)** GOLBERG J, SULLIVAN SJ, SEABORNE DE, « The effect of two intensities of massage on H-reflex amplitude. » Phys Ther 1992 ; 72 : 449-457

***34)** GRUFFAZ J, « Le drainage lymphatique manuel. » Journal des maladies vasculaires, 1985 ; 10 :187-191

***35)** GULICK DT, « Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset soreness « . J of Athletic training, vol 31 number 2, June 1996, 145-152

***36)** HENCKEL P, « Training and growth induced changes in the middle gluteal muscle of young standardbred trotter », Equine Vet J, 1983, 15 :134

***37)** HSU H, WATANABE J, « The implication of thoracic duct lymph in the distribution and elimination of rabbit muscle creatine phosphokinase », Chem. Pharm. Bull., 31(9) 3269-3276 (1983)

***38)** JEAN D « Cours de médecine équine : Les pathologies musculaires. » ENVA, 1998

***39)** KRILOV VN, TALISHEV FM, BUROVIKH AN, « The use of restorative massage in the training of high level basketball players. » Soviet Sports Review 20 :7-9 ; 1985

***40)** LABYAK S, METZGER B, « The effects of effleurage backrub on the physiological components of relaxation : A meta-analysis », Nursing research, vol 46 n°1, p 59-62, 1997

***41)** LE DRAOULEC T « Le dosage de la lactatémie dans le suivi médico-sportif du cheval trotteur. », Th Méd Vét :Nantes, 1992, 129p

***42)** LEVIN S, CREWS D, »Autonomic and psychological responses to massage. » Med Sci Sports Exerc 23 :s119. 1991

***43)** LIGHTFOOT JT, « Immediate postexercise does not attenuate delayed onset muscle soreness », J Strength and Cond Res 11 (2) : 119-124. 1997

***44)** LINDENA J, KÜPPER W, TRAUTSCHOLD I, « Enzyme activities in thoracic duct lymph and plasma of anaesthetized, conscious resting and exercising dogs », Eur J Appl Physiol, 52 :188-195 (1984)

***45)** LINDENA J, TRAUTSCHOLD I, « Enzymes in lymph : A review. », J Clin. Chem. Clin. Biochem., Vol 21, 1983, 327-346

***46)** MACINTYRE D, REID D, « Delayed muscle soreness. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. », Sports medicine, 20(1) : 24-40 ; 1995

***47)** MOLEA D, MURCEK B, « Evaluation of two manipulative techniques in the treatment of postexercise muscle soreness. », Journal of AOA, vol 87, n°7, 1987 July

***48)** MORELLI M, SEABORNE D, « H-reflex modulation during manual muscle massage of human triceps surae », Arch Phys Med Rehabil, vol 72, p 915-919, 1991 oct

- *49)** NOSAKA N, CLARKSON PM, « Variability in serum creatine kinase response after eccentric exercise of the elbow flexors », *Int J Sports Med*, 17, p 120-127, 1996
- *50)** PETIT A, « La kinésithérapie plastique LPG », *Kinésithérapie scientifique*, n°366, avril 1997
- *51)** RODENBURG JB, « Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise », *Int J Sports Med* 15 (1994) 414-419
- *52)** ROSE R, HODGSON D « Hematology and biochemistry. » In the athletic horse by ROSE R and HODGSON D, Saunders compagny, 1994, p 63-78
- *53)** ROSE R, HODGSON D « Manual of equine practice » p486, 1993
- *54)** SAHLIN K, BROBERG S : « Release of K⁺ from muscle during prolonged dynamic exercise. » *Acta Physiol Scand*, 136-293, 1989
- *55)** SAMPLES P, « Does sport massage have a role in sport medicine ? », *The Physician and sports medicine*, vol 15, n)3, Mars 1987
- *56)** SAMUEL J, « Effets physiologiques du massage. » *Cah Kinésithér* 1969 ; 4 :21-47
- *57)** SCHWANE J, JOHNSON S, « Delayed-onset muscular soreness and plasma CPK and LDH activities after downhill running. », *Medecine and Science in sports and exercise*, vol 15 n°1, p 51-56, 1983
- *58)** SMITH L, « The effect of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count : A preliminary report. » *JOSPT* ; vol 19 number 2, feb 1994 ; 93-99
- *59)** SNOW D et VALBERG S, « Muscle :adaptation to training. In the athletic horse by Rose R and HODGSON D, Saunders compagny, 1994, p 161-174

- *60)** SORICHTER S, KOLLER A, HAID CH, « Light concentric exercise and heavy eccentric muscle loading : effects on CK, MRI and markers of inflammation. », Int J Sports Med, 16, p 288-292, 1995
- *61)** TIIDUS PM, « Manual massage and recovery of muscle fonction following exercise : a litterature review. » J Orthopo Sports Phys Ther 1997 Feb ; 25 (2) : 107-112
- *62)** TIIDUS PM, SHOEMAKER JK, « Effleurage massage, muscle blood flow and long term post-exercice strength recovery », Int J Sports Med, 1995, 478-483
- *63)** TIIDUS P, IANUZZO C, « Effects of intensity and duration of muscular exercise on delayed soreness and serum enzyme activities. » Medecine and science in sports and exercise, vol 15 n°6, p 461-465, 1983
- *64)** VIITASALO J, « Warm underwater water-jet massage improves recovery from intense physical exercise », Eur J Appl Physiol, 71 : 431-438 ; 1995
- *65)** WEBER MD, SERVEDIO FJ, WOODALL WR, « The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. », J Orthop Sports Phys Ther, 20(5) : 236-42, 1994 Nov
- *66)** WEINBERG R, JACKSON A, KOLODNY K, « The relationship of massage and exercice to mood enhancement. » The sports Psychologist, 2 :202-221. 1988
- *67)** WHEATER P, BURKITT HG, « le muscle », Histologie Fonctionnelle, 1988, p 85
- *68)** ZHUO D, « Traditional chinese rehabilitive therapy in the process of modernization », Int Disabil ;Studies, 10, p 140-142, 1988
- *69)** WEINECK J, « Les massages et la capacité de performance sportive », La biologie du sport, 580-587, 1992

Toulouse, 2001

NOM : LE BELLER

PRENOM : Bertrand

TITRE : Approche d'une technique de massage sur des chevaux trotteurs au moyen de l'appareil *LPG Equin* par le suivi de CK, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire et de la clinique

RESUME :

Cette étude expérimentale est une première approche de la kinésithérapie par le massage "LPG" sur le cheval athlète.

Le protocole se propose de suivre ces trotteurs au quotidien par une méthode d'entraînement adaptée permettant des relevés réguliers de paramètres énergétiques (V2, V4, V200), et de les soumettre ensuite à une série de massages. Après ce dernier, bihebdomadaire, d'autres paramètres : biochimique (CK), physique (FC, FR), ou clinique ont été quantifiés.

Les informations peu nombreuses fournies par la littérature, en ce qui concerne les massages, leurs intérêts et leurs limites chez l'animal ne permettent pas de dégager réellement une synthèse sur les effets de ce type de massage. C'est pourquoi les données que l'on trouve chez l'homme nous servent ici de point d'appui.

Les analyses statistiques, effectuées sur les différents relevés de données n'ont pu mettre en évidence d'effet immédiat du massage LPG. Cependant certains résultats tendent à s'en rapprocher. En effet, la mesure de CK, a permis de montrer une augmentation du débit lymphatique, sans prouver pour autant une amélioration de la récupération musculaire.

Il est possible que le choix d'autres systèmes de mesure ou d'autres paramètres auraient pu aboutir à des résultats plus concluants, sur ce point.

Par contre, l'état physique dorsal des chevaux est clairement amélioré avec des dorsalgies moins importantes et une souplesse dorsale augmentée.

Il est vrai que provenant de l'appréciation d'un vétérinaire, ce dernier résultat reste subjectif. C'est pourquoi il serait intéressant de l'affiner par le biais de la cinématique en mesurant les variations d'amplitudes articulaires dorsales.

MOTS-CLES : CHEVAL, MASSAGE, PERFORMANCE, CLINIQUE

ENGLISH TITLE : Approach of a massage technique on trotters by means of the "LPG Equin" machine by following up the CK, the cardiac frequency, the respiratory frequency, and the clinical one.

ABSTRACT :

This experimental study is the first approach of the physiotherapy through the LPG massage on an athletic horse. The protocol intends to follow up these trotters daily by using an adapted training method allowing to list regularly some energetic parameters (V2, V4, V200) and subject them to a series of massages. After doing this twice a week, other parameters biochemical (CK), physical (FC, FR) or clinical, have been quantified.

The few informations, given by the literature, concerning the horses's massages, their limits can't lead to a real conclusion concerning the effects of this type of massage.

That's why the data found in the man's can be used for horses.

The statistical analyses, made on the different listed data, have not underscored an immediate effect of the LPG massage. However some results are getting closer. Indeed, the measure of the CK displays an increase of the lymphatic flow, without proving at all an improvement in the muscular recovery. The choice of the other systems of measures or other parameters may have ended up in more conclusive results.

Nevertheless, the dorsal state of the horses has clearly been improved by the less important backpain and an increased dorsal suppleness. It is certain that my judgement about that result is objective. That's why it would be interesting to sharpen it through the cinematic by measuring the variations in the dorsal articular amplitudes.

KEY WORDS : Horse, massage, performance, clinic