

EFFETS DE LA TECHNIQUE LPG® SUR LA PERFORMANCE MOTRICE DU FOOTBALLEUR DE HAUT NIVEAU

J.-M. FERRET (1), T. COTTE (1), J.-M. VERNET (2), P. PORTERO (3)



INTRODUCTION

La pratique du football moderne de compétition induit une charge de travail physique non négligeable (compétitions et entraînements cumulés). La récupération des différentes fonctions musculaires doit être optimisée et en particulier la puissance musculaire et la capacité à produire la force explosive qui apparaissent comme certains des facteurs prépondérants de la performance (Tumilty, 1993 ; Bangsbo, 1994). La fatigue musculaire (Bosco et coll., 1986 ; Komi et coll., 1992) et les courbatures induites (Kyröläinen et coll., 1998 ; Horita et coll., 1999) par l'exercice intensif sont des facteurs importants de la diminution de l'efficacité motrice et en particulier de la diminution du potentiel de force explosive. Ces mêmes courbatures semblent provoquer des dysfonctionnements neuromusculaires (Saxton et coll., 1995). Par ailleurs, la fatigue musculaire induite par l'exercice physique prolongé, des conditions hypoxiques et la formation de radicaux libres semblent être un facteur favorisant la survenue des courbatures, résultant d'une activité lysosomale accrue (Appell et coll., 1992).

L'optimisation de la performance passe souvent par une augmentation de la charge d'entraînement, mais aussi par l'amélioration de la tolérance à l'entraînement qui devient alors un facteur clé de la réussite sportive. Le football



n'échappe pas à cette constatation. L'encadrement médical et paramédical joue un rôle particulièrement important pour faciliter la récupération entre les matchs et les séances d'entraînement. Dans l'arsenal thérapeutique, les techniques physiothérapeutiques sont largement utilisées sans que leurs effets objectifs n'aient été clairement établis (Cafarelli et Flint, 1992 ; Rodenburg et coll., 1994 ; Weber et coll., 1994 ; Tiidus et Shoemaker, 1995 ; Gulick et coll., 1996 ; Tiidus, 1997). Plus récemment, des résultats positifs sur la fatigue (Portero et coll., 1996) et les courbatures (Portero et coll., 1999), induites par un exercice physique intense, ont été obtenus avec une nouvelle technique de mécanisation des tissus cutanés et sous-cutanés (LPG® Systems).

Cette technique a été incluse dans le programme du suivi paramédical d'une équipe de footballeurs stagiaires professionnels. Le but de cette étude a été de rechercher, à partir de tests fonctionnels simples, les éventuels effets de l'application de la technique LPG®

sur la production de force et de puissance musculaire, sur l'expression de la force explosive et la fatigue musculaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Population

Deux groupes de 12 footballeurs stagiaires professionnels ont participé volontairement à l'étude. La répartition des joueurs dans les groupes a été réalisée de façon aléatoire. L'objectif de ces stagiaires en fin de formation est d'améliorer leur performance afin d'intégrer le groupe professionnel. Les caractéristiques de la population étudiée est présentée sur le tableau 1.

Un groupe témoin a été traité de façon classique (kinésithérapie, étirement,...) et l'autre a bénéficié du traitement LPG® en plus de la prise en charge classique, les lundi, mardi, mercredi et jeudi. Il n'y avait pas de traitement le vendredi et le samedi, jour du match hebdomadaire.

(1) Centre de Médecine du Sport de Lyon-Gerland.

(2) LPG® Systems - Valence.

(3) Université Paris XII - Val de Marne - Créteil.

	Age	Poids	Taille
Groupe Témoin	19,25 ± 0.4	72,6 ± 5,5	178,3 ± 5.5
Groupe Traitement LPG®	20,25 ± 0.6	73,4 ± 4,7	176,9 ± 2,3

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée.

Durant la période de l'étude, la durée d'entraînement des joueurs des deux groupes était comprise entre 12 et 15 heures par semaine. La fréquence des matchs était de un par semaine.

Matériel

- **Le dynamomètre isocinétique est de type Cybex Norm.** Ce système permet de mesurer les couples de force développés par la musculature, les valeurs étant exprimées en Newton x mètre (N.m).

- **Le tapis de Bosco (Power-timer)** est un système comprenant un tapis de contact, des cellules photoélectriques et un élément de mesure du temps de réaction. Cet ensemble permet de calculer l'ensemble des paramètres mécaniques du saut et, en particulier dans cette étude, la hauteur du saut vertical.

- **L'appareil de traitement utilisé pour l'étude est un appareil LPG® Systems Modèle S6.** Le principe de base S6 repose sur une mobilisation spécifique du tissu musculaire et des fascias. Le tissu est saisi et travaillé, de façon continue ou séquentielle, entre deux rouleaux motorisés dans une chambre à volume variable. Ainsi, la S6 forme une "vague" tissulaire, enroulée selon les objectifs thérapeutiques poursuivis. Les données sont en permanence visibles sur l'écran à cristaux liquides de la tête principale du S6 et les paramètres sont modifiables en temps réel.

Protocole

La durée de l'étude a été de 3 semaines. Les mesures ont été réalisées avant et après la période de 3 semaines. Le traitement LPG® a été appliqué quatre jours par semaine.

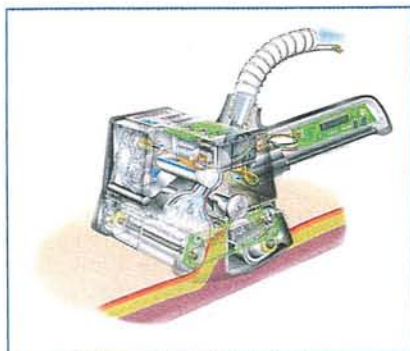


Figure 1 : Système de la tête de traitement LPG®.

- **Traitement LPG®** : un kinésithérapeute, préalablement formé à la technique, appliquait le traitement d'une durée de 20 minutes sur l'ensemble des membres inférieurs.

Pour des raisons de planning, les traitements ont été effectués avant les séances d'entraînement. Les jours de traitement étaient : lundi, mardi, mercredi et jeudi. Les joueurs n'étaient donc pas traités la veille des matchs.

Les modalités d'utilisation de l'appareil ont été en mode continu et puissance d'aspiration 4.

- **Paramètres mesurés** : la chronologie du protocole expérimental, concernant les mesures, a été la suivante : 10 minutes d'échauffement effectué sur ergocycle, tests isocinétiques, repos 10 minutes, tests de détente sur tapis de Bosco.

Les paramètres mesurés ont été les suivants :

> **La force quadricipitale maximale** (3 mouvements d'extension-flexion du genou à 60°.s⁻¹ de vitesse angulaire) et la puissance quadricipitale maximale (5 mouvements d'extension-flexion du genou à 180°.s⁻¹ de vitesse angulaire). Le choix des vitesses utilisées est lié à leur représentativité fonctionnelle. Les vitesses angulaires lentes (ex : 60°.s⁻¹) et rapides (ex : 180°.s⁻¹) sont respectivement le reflet de la force et de la puissance musculaire (Ivy et coll., 1981). Au cours de ces tests dynamométriques, le meilleur des essais est pris en compte ;

> **La fatigue musculaire** évaluée au cours d'un test isocinétique de 25 mouvements maximaux d'extension-flexion du genou à 180°.s⁻¹ de vitesse angulaire. A partir des valeurs de travail mesurées et de la décroissance de ces valeurs, un indice de fatigue est calculé. Il est exprimé en pourcentage restant de la valeur initiale mesurée au début du test ;

> **La détente verticale** a fait l'objet de deux tests, un avec contre-mouvement (counter movement jump) et l'autre sans contre-mouvement (squat jump). Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un tapis de Bosco selon la méthode décrite par Komi et Bosco (1978). Les sujets réalisaient trois essais pour chaque test. Pour l'ensemble des mesures,

le meilleur des trois essais a été pris en compte pour l'étude.

Pour l'ensemble de ce protocole, chaque série de tests était séparée de la suivante par une période de repos d'au moins 5 minutes et de 10 minutes minimum après le test de fatigue isocinétique.

- **Les résultats statistiques** : les comparaisons intragroupes sont effectuées à l'aide d'un test de Student en séries appariées et les comparaisons intergroupes sont faites à partir d'un test de Student simple. Le seuil de significativité a été choisi à $p \leq 0.05$.

RÉSULTATS

Les résultats sont présentés en terme de moyenne (± écart-type) des 12 sujets pour chaque population.

- **Force et puissance musculaire** : les couples de force sont exprimés en N.m et sont représentatifs soit de la force musculaire à 60°.s⁻¹, soit de la puissance musculaire à 180°.s⁻¹.

> **Couple maximal à 60°.s⁻¹ en N.m** (figure 2) : pour le groupe Traitement LPG®, les valeurs de couple sont passées de 159.1 ± 17.9 à 167.7 ± 20.1, soit une augmentation significative de la force de 5.44% ($p = 0.03$).

Pour le groupe Témoin, les valeurs de couple sont passées de 159.8 ± 31.3 à 164.9 ± 28, soit une augmentation non significative de la force de 3.16%.

> **Couple maximal à 180°.s⁻¹ en N.m** (figure 3) : pour le groupe Traitement LPG®, les valeurs de couple sont passées de 123.2 ± 15.1 à 132.8 ± 16.4, soit une augmentation significative de la puissance de 7.76% ($p = 0.001$).

Pour le groupe Témoin, les valeurs de couple sont passées de 119.8 ± 24.1 à 126.9 ± 12.6, soit une augmentation de la puissance de 5.96% non significative.

- **Fatigue** : les indices de fatigue calculés n'ont montré aucune différence significative, ni entre les groupes ni d'un point de vue temporel.

- Groupe Traitement LPG® (Avant vs Après) : 68.4 ± 10.8 vs 63.2 ± 7.5.
- Groupe Témoin (Avant vs Après) : 63.8 ± 5.4 vs 65.9 ± 5.3.

- **Détente verticale (en cm mesurés sur Tapis de Bosco)**

> **Pour le Squat Jump** : dans les deux situations, il y a augmentation significative de la performance

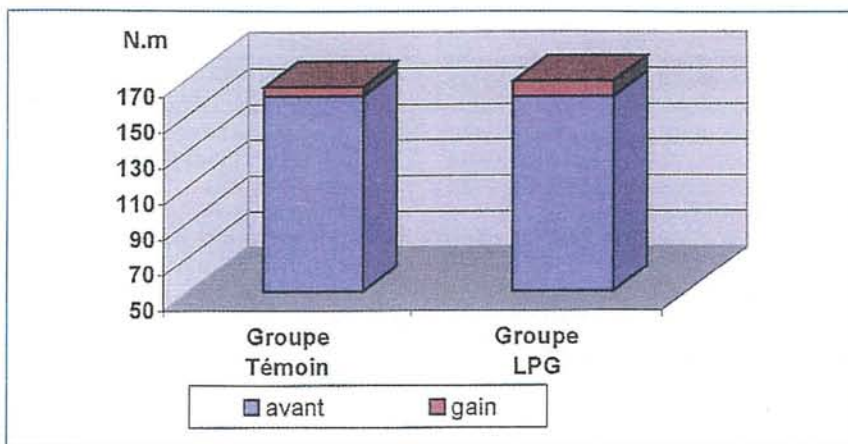


Figure 2 : Évolution des couples de force du quadriceps à 60°.s⁻¹ de vitesse angulaire.

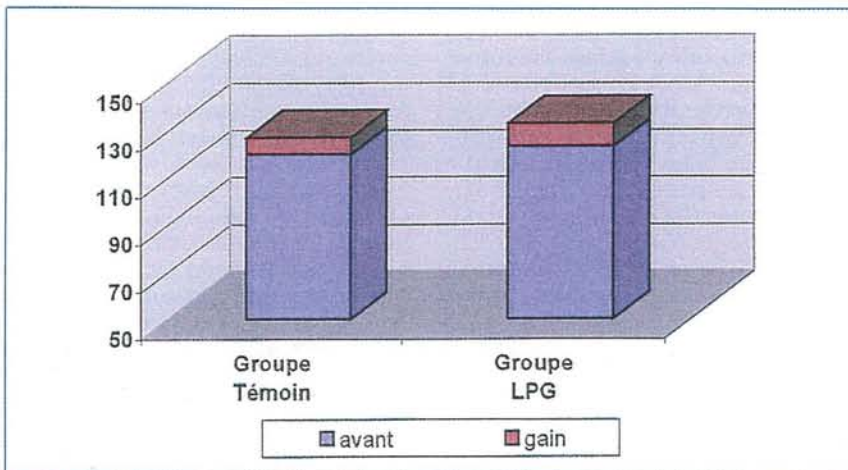


Figure 3 : Évolution des couples de force du quadriceps à 180°.s⁻¹ de vitesse angulaire.

entre avant et après, cependant celle-ci est plus marquée avec le Groupe Traitement LPG® (40.9 ± 5.1 vs 43.0 ± 3.2 , $p = 0.008$) que pour le groupe Témoin (40.5 ± 4.9 vs 41.5 ± 4.3 , $p = 0.05$).

➤ **Pour le saut avec contre-mouvement (figure 4) :** on observe pour le groupe Traitement LPG® une augmentation indicative ($p = 0.09$) de la performance (43.8 ± 5.7 vs 45.5 ± 3.7) alors que pour le groupe Témoin, il n'y a pas de variation significative (43.9 ± 5.5 vs 43.7 ± 5.3).

➤ **La différence squat jump – counter-mouvement jump :**

- Groupe Traitement LPG® avant/après : 2.9 cm vs 2.5 cm

- Groupe Témoin avant/après : 3.4 cm vs 2.2 cm.

Dans les deux cas, nous constatons une diminution de la différence faible et non significative, pour le groupe Traitement LPG®, donc une optimisation de sa performance alors que pour l'autre groupe Témoin, cela restera sans effet pour cette performance.

DISCUSSION

La pratique intensive d'un sport de compétition comme le football induit une charge de travail non négligeable pour l'organisme. La multiplication des entraînements

associés aux compétitions pose le problème de la récupération entre les entraînements, entre les entraînements et les matchs, et après les matchs. Favoriser la récupération revient à améliorer la tolérance à l'entraînement et donc à optimiser la réponse du sportif dans ces phases de travail technique et foncier. Pour répondre à cette nécessité, l'encadrement médical et paramédical a été considérablement développé dans les structures professionnelles. L'ensemble des outils thérapeutiques est a priori utilisé et, en particulier dans le domaine de la physiothérapie et de la réadaptation, leur utilisation vise à contrer les effets de la fatigue et limiter si possible l'apparition des courbatures et les dysfonctionnements qu'elles provoquent. De nombreux outils sont utilisés dans ces domaines sans que leurs effets soient réellement démontrés, de même que les mécanismes mis en jeu. Actuellement, un certain nombre d'études ont tenté d'évaluer les effets des moyens utilisés pour faciliter la récupération de la fatigue et des courbatures qui sont deux des principaux facteurs de diminution de l'efficacité motrice. Les résultats de ces études sont pour le moins inconsistants et contradictoires, en particulier dans le domaine des techniques de massage manuel (Lightfoot et coll., 1997 ; Gulick, et coll., 1996).

La surcharge fonctionnelle chez le footballeur de haut niveau, comme pour d'autres sportifs, induit la fatigue musculaire et les courbatures qui touchent dans les deux cas la capacité à produire la force explosive (Bosco et coll., 1986 ; Komi et coll., 1992 ; Kyröläinen et coll., 1998 ; Horita et coll., 1999). Hors cette fonction apparaît comme prépondérante chez le footballeur (Tumilty, 1993).

Globalement, les résultats mettent en évidence une amélioration des fonctions motrices pour le groupe Traitement LPG®.

L'analyse de la motricité est étudiée au travers des tests isocinétiques (force et puissance musculaire) et des tests de détente verticale permettant d'évaluer sur un geste fonctionnel, d'une part la puissance musculaire (Squat Jump) et d'autre part la capacité à stocker et restituer l'énergie élastique (saut avec contre-mouvement).

Le premier point concerne les valeurs initiales obtenues pour les tests isocinétiques et de détente. Pour les valeurs de couple obtenues en isocinétique, elles sont en accord avec celles de travaux antérieurs (Rochongar et coll., 1988) ; à

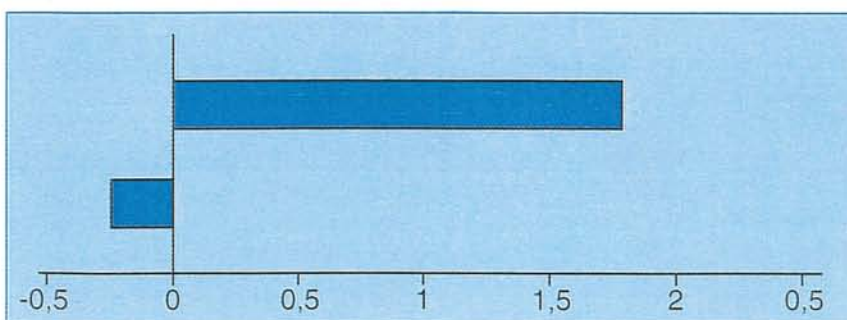


Figure 4 : Gain de performance lors des sauts réalisés avec un contre-mouvement.

180°.s⁻¹ ces auteurs ont mesuré des couples en moyenne de 124 N.m (footballeurs de 17 ans) et de 146 (footballeurs de 24 ans) contre 119.8 à 132.8 pour notre étude. Concernant la détente verticale (squat jump), les valeurs obtenues dans notre étude (40.9 à 43 cm) sont inférieures à celle que l'on retrouve dans la littérature (en général supérieure à 55 cm) (voir Tumilty, 1993 ; Wisløff et coll., 1998). Ces différences pourraient être dues à l'âge, au type de protocole de mesure utilisé puisque aucune précision n'est apportée quant à la méthode dans les différentes études recensées. Cela dit, si l'on considère les valeurs obtenues lors du saut avec contre-mouvement, elles restent nettement inférieures aux valeurs citées précédemment. Il apparaît donc que pour l'ensemble de la population ayant participé à l'étude, la capacité à générer la force explosive est relativement limitée. Cet état de fait est confirmé par l'analyse de la différence entre les deux types de sauts, qui est comprise entre 2.2 à 3.4 cm pour notre étude alors que Bosco et Komi (1982) proposent une moyenne de 6 cm mais pour l'équipe nationale d'Italie. A partir de ces considérations, la différence de capacité à générer la force explosive doit être interprétée plutôt en terme d'une différence intrinsèque (âge, habileté motrice, niveau de jeu...).

Concernant les effets du traitement LPG® sur ces paramètres moteurs, nous constatons que le groupe Traitement LPG® voit ses performances isométriques améliorées de façon significative et ceci aussi bien pour la force (+ 5.44%) que pour la puissance (+ 7.76%), alors que pour le groupe Témoin l'augmentation de ces critères est non significative. Aussi, il semble tout à fait probable que cette augmentation de force et puissance puisse être en partie liée à un effet apprentissage entre avant et après, mais probablement plus à l'effet du traitement LPG®. Pour la détente verticale, les mêmes observations sont à faire, le groupe traité présentant une amélioration significative des performances. Donc globalement,

l'amélioration des performances motrices (force, puissance, explosivité) est un point tout à fait important, chez ces footballeurs stagiaires professionnels, car elle a été obtenue dans une période difficile de la saison où la charge de travail est très importante. A la lumière des travaux de Kyröläinen et coll., (1998) et Komi et coll., (1992), on peut penser que la technique LPG® a eu un effet positif sur certains facteurs de la fatigue musculaire et des courbatures pour expliquer ces résultats, d'autant que des travaux antérieurs ont démontré les effets de cette technique sur l'amélioration de la performance motrice et en particulier sur la récupération de la fatigue (Portero et coll., 1996) et les courbatures (Portero et coll., 1999). Dans la mesure où le cumul de la fatigue et des courbatures va être un facteur majeur de perturbation de la capacité à stocker et restituer une certaine quantité d'énergie élastique au cours des cycles étirement-raccourcissement, nous pouvons donc supposer que la technique LPG® a eu un effet simultané en facilitant la récupération de la fatigue et en limitant l'apparition des courbatures. Ce double effet a été également perçu par les footballeurs et exprimé en terme d'amélioration de l'aisance gestuelle lors des matchs, alors qu'après l'application de la technique ils décrivaient une perception de diminution du tonus immédiatement après le traitement.

Les tests de fatigue musculaire n'ont montré aucune différence significative intragroupe et intergroupe. Ceci s'explique par le fait que si l'on considère la fatigue métabolique sous l'aspect essentiellement acidose, le massage est efficace immédiatement après l'effort (Portero et coll., 1996) et que, même sans traitement, la récupération métabolique, et en particulier le retour à un pH normal, s'effectue en quelques dizaines de minutes (Allsop et coll., 1990). Cependant, étant donné l'aspect fortement multifactoriel de la fatigue musculaire (Enoka et Stuart, 1992), il est probable que l'application de la tech-

nique LPG® pourrait avoir des effets sur d'autres mécanismes impliqués.

L'intégration de la technique LPG® dans le suivi médical et paramédical de footballeurs stagiaires professionnels a permis d'améliorer certaines fonctions motrices fortement impliquées dans la performance du footballeur et ce malgré le fait que l'étude ait été réalisée dans une période de la saison où les sportifs sont au maximum de leurs possibilités. L'amélioration de la tolérance à l'entraînement a probablement joué un rôle prépondérant.

CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'efficacité du traitement LPG® associé au suivi paramédical classique de footballeurs de haut niveau. Les performances en force explosive et puissance, qui sont deux critères importants de la performance dans ce sport, ont été améliorées malgré la surcharge de travail physiologique et la période de l'année peu favorable pour la récupération. Les limites de cette étude sont liées d'une part au contexte du sport de haut niveau (par exemple : disponibilité limitée des joueurs) qui reste un frein à la multiplication des interventions expérimentales et à l'utilisation de moyens expérimentaux plus lourds et d'autre part aux conditions expérimentales de terrain pour lesquelles la mise en évidence de phénomènes spécifiquement liés à la fatigue, aux courbatures ou à d'autres perturbations sont difficiles, contrairement aux études menées en laboratoire. La multiplication des tests devient, dans ces conditions, délicate. La stratégie thérapeutique pourrait être probablement affinée en plaçant le traitement de façon plus adéquate par rapport aux entraînements et aux autres outils thérapeutiques. Cette étude a donc permis de mettre en évidence, malgré le contexte environnemental propre au sport de haut niveau, les bénéfices directs de cette méthode dans le cadre de la récupération et de la performance du footballeur.



Bibliographie

1. P. Allsop, M. Cheetam, S. Brooks, G.-M. Hall, C. Williams. - Continuous intramuscular pH measurement during the recovery from brief, maximal exercise in man. *Eur J Appl Physiol*, 59, 465-470, 1990.
2. H.-J. Appell, J.-M.-C. Soares, J.-A.R. Duarte. - Exercise, muscle damage and fatigue. *Sports Med*, 13, 108-115, 1992.
3. J. Bangsbo. - The physiology of soccer - with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*, 151, Suppl. 619, 1-155, 1994.
4. C. Bosco, P.-V. Komi. - Muscle elasticity in athletes. In : P.V. Komi (ed): *Exercise and Sport Biology, Int. Series on Sport Sciences*, Vol. 12, pp. 109-117, Champaign IL., Human Kinetics Publishers, 1982.
5. C. Bosco, J. Tihanyi, F. Latteri, G. Fekete, P. Apor, H. Rusko. - The effect of fatigue on store and re-use of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*, 128, 109-117, 1986.
6. E. Cafarelli, F. Flint. - The role of massage in preparation for and recovery from exercise. *Sports Med*, 14, 1-9, 1992.
7. R.-M. Enoka, D.-G. Stuart. - Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol*, 61, 81-87, 1992.
8. D.-T. Gulick, I.-F. Kimura, M. Silter, A. Paolone, J.-D. Kelly. - Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *J Athl Training*, 31, 145-152, 1996.
9. T. Horita, P.-V. Komi, C. Nicol, H. Kyröläinen. - Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump : possible role of muscle damage. *Eur J Appl Physiol*, 79, 160-167, 1999.
10. J.-L. Ivy, R.T. Withers, G. Brose, B.-D. Maxwell, D.-L. Costill. - Isokinetic contractile properties of the quadriceps with relation to fiber type. *Eur J Appl Physiol*, 47, 247-255, 1981.
11. H. Kyröläinen, T.-E.S. Takala, P.-V. Komi. - Muscle damage induced by stretch-shortening cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 415-420, 1998.
12. P.-V. Komi, C. Nicol, P. Marconnet. - Neuromuscular fatigue during repeated stretch-shortening cycle exercises. In : Marconnet P, Komi PV, Saltin B, Sejersted OM (eds): *Muscle fatigue mechanisms in exercise and training. Med Sport Sci*. Basel, Karger, Vol. 34, pp. 172-181, 1992.
13. P. Portero, F. Canon, F. Duforez. - *Massage et récupération : approche électromyographique et biomécanique*. Entretiens de Médecine du Sport 1996, Expansion Scientifique Française, Paris, pp. 114-119, 1996.
14. P. Portero, F. Canon, F. Duforez - Effets d'une nouvelle technique de massage sur la récupération des courbatures. *Sciences & Sports*, à paraître, 1999.
15. J.-B. Rodenburg, D. Steenbeek, P. Schiereck, P.-R. Bär. - Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int J Sports Med*, 15, 414-419, 1994.
16. J.-M. Saxton, P.-M. Clarkson, R. James, M. Miles, M. Westerfer, S. Clark, A.-E. Donnelly. - Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 27, 1185-1193, 1995.
17. P.-M. Tiidus - Manual massage and recovery of muscle function following exercise : a literature review. *JOSPT*, 25, 107-112, 1997.
18. P.-M. Tiidus, J.-K. Shoemaker. - Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. *Int J Sports Med*, 16, 478-483, 1995.
19. D. Tumilty. - Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med* 16, 80-96, 1993.
20. M.-D. Weber, F.-J. Servedio, W.-R. Woodall. - The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *JOSPT*, 20, 236-242, 1994.
21. U. Wisløff, J. Helgerud, J. Hoff. - Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 462-467, 1998.

