

PLACE DU RENFORCEMENT MUSCULAIRE EXCENTRIQUE DES ISCHIO-JAMBIERS DANS LA PRÉPARATION DES SPRINTERS

Jérémy ROLLIN¹



¹ Kinésithérapeute
DU Kinésithérapie du sport
Diététicien
BEES 1^{er} degré athlétisme
Nîmes (30)

RÉSUMÉ

Les blessures musculaires aux ischio-jambiers sont fréquentes et handicapantes chez les athlètes.

Un traitement préventif peut être mis en place, avec un renforcement excentrique planifié de ce groupe musculaire.

SUMMARY

The muscular injuries in hamstrings are frequent and crippling to the athlete's.

A preventive treatment can be set up, with a strategic eccentric intensification of this muscular group.

MOTS CLÉS

Athlétisme - Excentrique - Ischio-jambiers - Prévention

KEYWORDS

Athletics - Eccentric - Hamstrings - Prevention

ENTRAÎNEUR DE SPRINT et masseur-kinésithérapeute (MK), il m'a semblé indispensable de chercher des solutions pour diminuer la fréquence des blessures musculaires aux ischio-jambiers. Il s'agit de pathologies fréquentes chez le sprinter, particulièrement longues à rééduquer correctement et qui compromettent généralement toute une saison sportive.

Dans cette optique, j'ai souhaité relater ici une expérience tentée avec mon groupe d'entraînement à Montpellier. Le postulat était que, les ischios ayant une composante de contraction excentrique au cours du sprint, il fallait les renforcer en excentrique au cours de l'entraînement pour les préparer à ce travail. Cette théorie, récemment mise à l'honneur chez les scandinaves, semble, dans leurs études, avoir des résultats probants [1].

Ce travail est le fruit d'une pratique professionnelle un peu particulière. Néanmoins, je crois que l'évolution actuelle pousse les MK travaillant dans le sport à s'attacher à un travail de prévention des blessures.

RAPPEL SUR LA PHYSIOLOGIE DES ISCHIO-JAMBIERS

Il s'agit d'un groupe musculaire polyarticulaire qui passe en pont au niveau de l'articulation

du genou et de la hanche (à l'exception du chef court biceps). Ces muscles ont un aspect penné, ils sont riches en tissus conjonctifs peu contractiles [2]. De ce fait, ils sont particulièrement prédisposés aux lésions.

Ils sont composés de quatre chefs musculaires : le long biceps, chef latéral qui s'insère au niveau du bassin (ischion) et qui se termine sous le genou au niveau de la tête de la fibula.

Le court biceps est lui aussi latéral mais n'agit pas sur la hanche car il s'insère au niveau du fémur pour se terminer lui aussi sur la tête de la fibula.

Le semi-tendineux est un chef médial qui s'insère au niveau du bassin (ischion), et se termine au niveau du tibia en interne.

Le semi-membraneux est le second chef médial ; il va de l'ischion au tibia.

Pour que les ischio-jambiers soient étirés, on doit avoir l'association d'une flexion de hanche et d'une extension de genou.

Ces quatre chefs ont une physiologie commune : ils sont fléchisseurs du genou et ils ont une action modérée d'extension de hanche et de rétroversion de bassin [3]. Individuellement, les chefs médiaux sont rotateurs médiaux de genou et les chefs latéraux, rotateurs latéraux du genou.

À noter qu'en statique, les ischio-jambiers sont stabilisateurs de la fémoro-tibiale et de la tibio-fibulaire. En outre, ils sont tenseurs du fascia jambier [3], ce qui a une incidence certaine sur les qualités de renvoi au sol.

Comme tous les muscles du membre inférieur, ils participent au maintien de la position debout par un tonus de base. Ce tonus est cependant plus faible que celui du quadriceps qui doit assurer de manière permanente le verrouillage du genou [4]. Ce travail tonique constant est de type endurant et sollicite des fibres de type I. Ceci explique que le quadriceps ait un pourcentage de fibres lentes plus élevé que les ischio-jambiers [5].

D'ailleurs, en isocinétisme, on se rend compte que, si à faible vitesse (60°/s) les ischio-jambiers développent une force moindre que le quadriceps, à grande vitesse (240 à 300°/s) ces derniers développent une force similaire [6].

RAPPEL DE L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE AU COURS DU SPRINT

Dans son analyse biomécanique de la course, Dyson [7] prévenait déjà qu'il n'y a pas deux athlètes courant de la même façon. Néanmoins, dans la course de sprint on peut trouver des fondamentaux applicables à tous.

La vitesse dépend de la fréquence et de la longueur de chaque foulée. Un cycle complet de mouvements de jambes comprend deux foulées. Chaque foulée peut être divisée en une phase de suspension à partir du moment où les orteils quittent le sol et une phase d'appui à la reprise du contact.

Dans le cadre de notre étude, il est intéressant d'explorer la sollicitation des ischio-jambiers au cours de ces phases :

- **la poussée de départ (fig. 1)** : dans cette position, le sprinter a les genoux en flexion. Les ischio-jambiers sont donc en course moyenne. En revanche, ils sont en tension du fait de leur co-contraction avec le quadriceps (paradoxe de Lombard [2]) dans le geste de triple extension (de cheville, de genou et de hanche) qui correspond à la poussée. La contraction des ischio-jambiers sera de type concentrique dans ce mouvement (participation à l'extension de hanche) ;
- **les premiers appuis (fig. 2)** : durant les premiers appuis, l'axe du corps est plus ou moins incliné vers l'avant. Lorsque le membre est en suspension, le quadriceps se



Figure 1

La poussée de départ, ici illustrée par la jeune Marion Milan, recordwoman du Languedoc du 50 m minime en 6"81



Figure 2

Les premiers appuis, ici illustrés par Victor Bouopda Zock, membre du 4 x 400 m camerounais aux championnats du monde d'Edmonton

contracte pour ramener le pied vers l'avant. L'ischio-jambier se contracte ensuite sur un mode excentrique pour stopper ce mouvement et permettre d'aller poser le pied au sol "en griffé" (d'avant en arrière). Durant tout ce mouvement, l'ischio-jambier n'atteint jamais la course externe. En effet, la flexion de genou est importante en début de mouvement, permettant une certaine liberté musculaire, tandis qu'en fin de mouvement la flexion de hanche diminue sans que le genou n'atteigne l'extension (contrairement au hurdler).

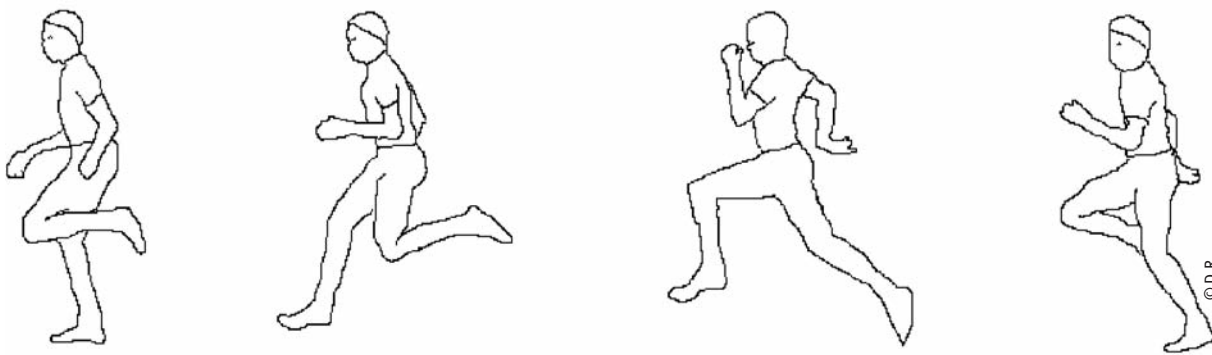


Figure 3
Schéma d'un cycle de foulée de sprinter

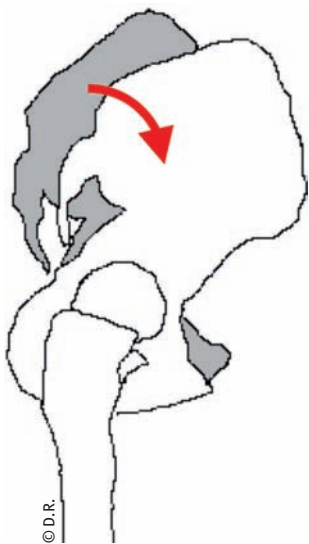


Figure 4

L'articulation coxo-fémorale de profil

Lors de l'antéversion du bassin, on a un mouvement de flexion de hanche par inversion des points fixes (fémur = point fixe - os coxal = point mobile)

L'extension de hanche et la poussée au sol sont dues aux ischio-jambiers, grands fessiers et triceps suraux. Il s'agit de contractions de type concentriques durant la phase de poussée. Là non plus l'ischio-jambier n'est pas mis en course externe, car si en fin de poussée l'extension de genou est totale, la hanche, elle, est en extension, permettant une liberté.

On se rend donc compte que l'association de flexion de hanche-extension de genou n'est jamais atteinte dans le cycle de jambe du sprinter ; l'ischio-jambier n'est donc jamais en course externe.

de flexion visible de hanche sont en fait sous-évalués. En réalité, au niveau de la coxo-fémorale, la flexion peut être proche des 140°.

Dans ce cas, on se rapproche des amplitudes maximales de flexion de hanche. Si l'athlète est raide, cette hyperflexion peut provoquer une légère tension passive des ischio-jambiers, même si le genou n'est pas en extension. Ce cas reste cependant assez marginal, l'école de course permettant d'apprendre à courir en rétroversion de bassin.

Ces rappels ont pour intérêt de mettre en évidence l'absence de situation d'étirement des ischio-jambiers en sprint. Il est donc difficile d'attribuer les blessures à un étirement excessif durant la course, qui ferait "péter" les muscles raides [11].

Les lésions des ischio-jambiers sont sans doute plus causées par les contractions musculaires intenses. Wiemann et Tidow [9] ont d'ailleurs montré que, lors d'un cycle de jambe en sprint, les ischio-jambiers sont le groupe musculaire avec la plus longue activation.

Dans cette longue suite de contractions, on retrouve un travail excentrique (délétère à grande vitesse) de blocage du segment jambier, préparant le mouvement de retour en griffé au sol [12]. Une mauvaise coordination intermusculaire ou une mauvaise préparation au travail excentrique peut être à l'origine de certaines blessures [1], d'où l'intérêt théorique d'introduire un renforcement de type excentrique des ischio-jambiers dans la préparation des sprinters.

PRÉSENTATION DU TRAVAIL EXCENTRIQUE

La contraction excentrique consiste à demander une contraction du muscle tout en ayant un éloignement de ses insertions. Le muscle se contracte en s'étirant. Contrairement à l'idée reçue, on n'est pas obligé d'avoir une charge supérieure à la charge maximale du muscle pour avoir un travail excentrique [13]. On peut travailler en excentrique sous-maximale en demandant simplement à l'athlète de freiner le mouvement qu'on lui impose.

Cette rapide analyse se retrouve sur tout le reste de la course (fig. 3) : durant la phase de course lancée, on parle plutôt d'une contraction musculaire de type pliométrique [8]. Cette distinction est essentiellement didactique.

Au cours de la course placée, les contractions excentriques (d'arrêt de l'extension du genou) et concentriques (d'extension de hanche associée à la flexion active de genou [9]) se succèdent à grande vitesse, ce qui correspond à la définition de la pliométrie [10].

À noter le cas particulier des athlètes courant en antéversion de bassin (fig. 4). En effet, durant la phase de poussée, la flexion maximum de hanche peut atteindre 100 à 110° (buste incliné vers l'avant, et genou qui va chercher haut pour avoir un appui en griffé loin devant).

Normalement, avec un genou fléchi autour de 90°, il ne devrait pas y avoir de tensions passives sur l'ischio-jambier. Cependant, si le sportif court en antéversion, les 100°

Il est dommage que certains auteurs incompetents négligent cette méthode de travail. Encore en 2008, Pierre-Louis Bernard [14] expose le travail excentrique comme un exercice toujours supra-maximal : *“Lors d’un travail spécifiquement excentrique, la charge est supérieure à ce que peut déplacer l’individu” [...] “créateur de douleurs et de microlésions affectant la structure du muscle.”*

Le travail excentrique permet de stimuler la composante contractile du muscle, mais aussi la composante élastique. C’est cette propriété qui explique sa large utilisation par les masseurs-kinésithérapeutes en rééducation, en particulier avec les protocoles de Stanish [15] pour les tendinopathies.

Les effets du renforcement excentrique sont multiples : gain important de force musculaire supérieur au concentrique [16], mode de renforcement plus en accord avec le mode de contraction du muscle à l’effort, amélioration de la vascularisation (contrairement à l’isométrique) [17], coût énergétique de la contraction inférieur au mode concentrique [17] et il permettrait un ajout de sarcomères en série au niveau des myofibrilles [18, 19].

Cela fait de l’excentrique un mode de contraction intéressant, particulièrement pour les ischio-jambiers. Néanmoins, il ne s’est pas généralisé par méfiance des glorieux anciens, qui, l’utilisant principalement avec des forces supra-maximales (150 % de la force max), constataient des courbatures et des lésions postexercices.

Pourtant, il semble théoriquement qu’un travail excentrique bien conduit permettrait de rééquilibrer le ratio de force quadriceps/ischio-jambiers, très souvent déséquilibré en faveur du quadriceps chez le sprinter (ratio considéré par beaucoup comme prédictif des blessures aux ischios) [12]. On l’a vu précédemment, ce ratio est surtout déséquilibré à des vitesses de contractions lentes [7]. Il semble donc cohérent de les renforcer à ces vitesses.

De plus, il est probable qu’habituer les muscles ischio-jambiers à se contracter selon ce mode particulier les prédisposeraient à la course, où l’excentrique intervient, même si c’est à vitesse élevée.

Expérience sur un groupe de sprinters

Au sein du groupe de sprinters du Montpellier Athlétisme, 6 athlètes masculins ont participé à l’expérience. Il s’agit

d’un échantillon très restreint car les sportifs ayant manqué des séances de renforcement ont été exclus de l’étude.

L’âge moyen (\pm écart type) est de 22 ans (\pm 1,3). Ils ont 4 entraînements hebdomadaires de 2 heures par semaine. Il s’agit d’athlètes de niveau régional.

Leurs records au 60 m (bon reflet de leur vitesse maximale) étaient en moyenne de 7”56 (7”24 à 7”91). Ils ont tous au moins 4 ans de pratique athlétique derrière eux.

Durant 4 semaines, ils ont suivi un cycle de renforcement spécifique excentrique. Ce cycle a été précédé de 8 semaines de travail préparatoire, avec du renforcement excentrique sous-maximale des ischio-jambiers.

PRÉSENTATION DU TRAVAIL PRÉPARATOIRE

Après la période de reprise classique, on a introduit un travail de musculation préparatoire sur 8 semaines. Ce travail incorporait des exercices analytiques des ischio-jambiers à raison d’une à deux fois par semaine.

Ceux-ci se pratiquent à 2, sur le ventre, genou fléchi. L’aide ramène le pied vers le sol (il tend le genou) tandis que celui qui travaille résiste et ralentit le mouvement.

La progression se fait sur le nombre de séries (1 à 8), le nombre de répétitions (6 à 12), mais aussi plus subjectivement par la force qu’exerce l’aide. C’est d’ailleurs la critique principale de cet exercice : on ne peut pas évaluer avec précision la progression de la force.

PRÉSENTATION DU CYCLE SPÉCIFIQUE EXCENTRIQUE

Il s’est déroulé sur 4 semaines de fin novembre à fin décembre. À raison d’une séance par semaine, spécifiquement consacrée à la musculation. Un test de force maximale a été effectué à la presse oblique avant et après le cycle.

De nombreux exercices étaient proposés (presse oblique 45°, ischios manuels, développés-couchés, abdominaux, fixateurs de scapula, lombaires, tractions, renversés type perche, rotateurs de hanche, gainages, lancers de médecine-ball, etc.).

Seuls la presse et le travail spécifique d'ischio-jambiers étaient effectués en excentrique, le but étant de préparer les ischio-jambiers à cette contraction à grande vitesse durant la course.

Les deux exercices étaient effectués avec des charges supra-maximales (120 à 150 % le max), et la consigne était de résister le plus possible. La progression a été la suivante (à chaque fois pour la presse oblique et les ischio-jambiers analytiques) : 5*5 à la première séance, puis 6*6, puis 5*5, et enfin 4*4 à la dernière séance. La progression a donc d'abord été en quantité, puis on a augmenté la charge en diminuant la quantité (surtout quantifiable à la presse oblique).

Ce travail lourd était réalisé le mardi. À la fin de la séance de musculation était demandées quelques lignes droites placées pour réintégrer le schéma de course.

Le lendemain était une journée de repos, suivie le surlendemain d'une séance uniquement technique, effectuée, à cette période de l'année, toujours à vitesse modérée. Le jour suivant était à nouveau un jour de repos (tab. I).

Bilan initial

Il comprenait une mesure de la force maximale à la presse et une mesure périmétrique de la cuisse à 15 cm au-dessus de la base de la patella.

La charge maximale à la presse oblique était en moyenne de 193 kg (\pm 12,5 kg). Les périmètres moyens de cuisse étaient de 49,4 cm (\pm 1,7 cm).

Au niveau des blessures musculaires, l'hiver précédent deux des athlètes avaient été blessés aux ischio-jambiers.

Bilan final

La charge maximale à la presse oblique était en moyenne de 228 kg (\pm 44 kg), soit un gain de 18 %. Cependant, l'écart type est ici plus grand, reflet de différences plus importantes entre les athlètes. On peut donc conclure que si le gain de force est indéniable il est variable en fonction des athlètes.

À la fin des 4 semaines de travail excentrique, le périmètre moyen des cuisses était de 50,2cm (\pm 3,4). Cet écart

Tableau I

Place de la séance de renforcement excentrique par rapport au reste de l'entraînement

J1	J2	J3	J4
Excentrique	Repos	Technique	Repos

Tableau II

Évolution des performances de vitesse pure (sur 60 m)

	Année 2007-2008	Année 2008-2009
Athlète 1	7"24	7"21
Athlète 2	7"36	7"19
Athlète 3	7"63	7"50

entre périmètres avant et après protocole excentrique n'est pas statistiquement significatif. On ne peut donc pas conclure à une action hypertrophique de ce protocole.

Bien que ne pouvant être pris en compte dans l'évaluation de l'efficacité du protocole excentrique, il est intéressant de constater les résultats des athlètes à la sortie de la saison en salle, comparativement à l'année précédente.

Trois d'entre eux ont couru sur 60 m deux années successives. Les trois ont amélioré leurs performances par rapport à l'année précédente (tab. II).

Pour les trois autres, les comparaisons n'ont pas été possibles, deux n'ayant pas fait de saison en salle l'année précédente, et le dernier ayant couru l'année précédente uniquement sur 50 m.

Les résultats du groupe ont été bons à l'issue de la saison hivernale. Bien entendu, ces résultats sont le fruit de la totalité de l'entraînement et pas seulement du travail excentrique. Néanmoins, il est toujours rassurant de voir que l'incorporation d'un mode de travail particulier se fait parallèlement à l'amélioration des performances.

Enfin, alors que l'objectif de ce travail excentrique était de prévenir les blessures des ischio-jambiers, il est particulièrement satisfaisant de constater qu'aucun des athlètes ne s'est blessé au cours de la saison hivernale.

DISCUSSION

Plusieurs limites peuvent être évoquées concernant les résultats. Le groupe est petit, et un des critères de sélection est l'assiduité, ce qui peut expliquer l'amélioration des performances.

Il n'y avait pas de groupe témoin, toujours difficile à mettre en œuvre dans des expériences de terrain. C'est à mon

avis éthiquement discutable quand on prend en charge des athlètes et qu'on se donne comme objectif de tout mettre en œuvre pour les faire progresser. Néanmoins, il semble incontestable que ce travail excentrique concourt à l'augmentation de la force musculaire, en accord avec la littérature [20].

Ce travail protecteur des ischio-jambiers ne semble pas antagoniste à la recherche de vitesse [21], trois athlètes ayant amélioré leurs performances.

Concernant la prévention des blessures on ne peut qu'être satisfait de n'en constater aucune chez les athlètes ayant suivi le protocole. Cela semble indiquer que renforcer le muscle en le simulant de manière excentrique soit efficace pour le préparer aux contractions de même type en course.

Enfin, concernant les craintes de DOMS et autres lésions provoquées par l'excentrique elles sont fondées si l'entraîneur ne travaille qu'en supra-maximale. Or, d'autres méthodes existent et l'excentrique sous-maximale peut amener des solutions.

D'autres paramètres peuvent aussi être réglés, comme la vitesse de contraction. Lors du travail manuel analytique des ischio-jambiers, l'opérateur doit-il mettre une force modérée pour avoir une résistance longue du sujet avant d'atteindre la position genou tendu, ou doit-il, au contraire, tendre le genou du sportif très rapidement et avec une grande force ?

Cette vitesse de contraction est d'ailleurs un des axes de recherche sur le travail excentrique. Peut-être sera-t-il intéressant de demander des contractions excentriques à grande vitesse, pour mieux simuler le travail lors de la course ? Les étirements balistiques pourraient alors être un exemple de ce type de contraction excentrique à grande vitesse. En tout état de cause, je pense que ce travail ne pourrait s'effectuer que sur un fond de travail excentrique préparatoire, à plus faible vitesse.

CONCLUSION

Ce travail se veut simplement le reflet d'une expérience personnelle. Il ne faut toutefois pas se voiler la face. Le travail excentrique n'est qu'un outil parmi d'autres pour prévenir les blessures. Il doit être associé à un gainage

global, à des assouplissements bien conduits et selon une planification cohérente.

L'excentrique est un mode de contraction intéressant qu'il faut encore étudier pour l'utiliser de manière optimale.

Les résultats nous semblaient satisfaisants, il nous paraît opportun de l'incorporer dans la planification en prévention des blessures aux ischios, ainsi que le conseille le Dr Julia [22]. ■

Bibliographie

- [1] Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 2008; Feb;18(1):40-8.
- [2] Dufour M, Pillu M. *Biomécanique fonctionnelle*. Paris : Éditions Masson, 2007.
- [3] Dufour M. *Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 1 : Membre inférieur*. Paris : Éditions Masson, 2001.
- [4] Ferré J, Leroux P. *Préparation aux brevets d'État d'éducateur sportif : bases physiologiques de l'entraînement*. Paris : Éditions Amphora, 1985.
- [5] Legeard E. *Force, entraînement et musculation : de la théorie à la pratique*. Paris : Éditions Amphora, 2005.
- [6] Aubert F. L'entraînement des ischio-jambiers du sprinter. *Revue de l'AEFA* 1999; 153:8-12.
- [7] Dyson GHG. *Principes de mécanique en athlétisme*. Paris : Éditions Vigot, 1975.
- [8] Aubert F, Choffin T. *Athlétisme. 3 : Les courses*. Paris : Éditions Revue EPS, 2007.
- [9] Wiemann K, Tidow G. Relative activity of hip and knee extensors in sprinting: implications for training. *New Studies in Athletics* 1995;10(1):29-49.
- [10] Cometti G, Cometti D. *La pliométrie*. Paris : Chiron Éditeur, 2007.
- [11] Magnusson SP, Simonsen EB, Aagard P, Boesen J, Johannsen F, Kjaer M. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports* 1997;7:195-202.
- [12] Hérisson C, Rodineau J. *Muscle traumatique et mécanique*. Paris : Éditions Masson, 2005.
- [13] Gain H, Hervé JM, Hignet R, Deslandes R. Renforcement musculaire en rééducation. *Encycl Méd Chir* (Éditions Scientifiques et Médicales - Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-055-A-11, 2003 : 10p.
- [14] Bernard P, Verdera F. Renforcement musculaire : bases physiologiques, méthodes d'entraînement et techniques de mesure de la force musculaire. In: Kotzki N, Dupeyron A. (éds) *Renforcement musculaire et reprogrammation motrice*. Paris : Éditions Masson, 2008 : 7-20.
- [15] Fyfe I, Stanish WD. The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. *Clin Sports Med* 1992;11:601-23.
- [16] Higbie EJ, Cureton KJ, Warren GL, Prior BM. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol* 1996;81:2173-81.
- [17] Casillas JM et coll. L'entraînement excentrique au cours des maladies cardiovasculaires. In: Kotzki N, Dupeyron A. (éds) *Renforcement musculaire et reprogrammation motrice*. Paris : Éditions Masson, 2008 : 126-34.
- [18] Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:783-90.
- [19] Butterfield TA, Leonard TR, Herzog W. Differential serial sarcomere number adaptations in knee extensor muscles of rats is contraction type dependent. *J Appl Physiol* 2005;99:1352-8.
- [20] Poulain P, Leyleire JC, Pertuzon E. Effets à court et moyen termes de séances de musculation excentrique sur les propriétés mécaniques du muscle squelettique humain. *Revue STAPS* 1986;14:29-42.
- [21] Jidovtseff B, Croisier JL, Mordant B, Crielaard JM. Profil isocinétique des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou dans une population d'athlètes sauteurs. *Science & Sports* 2005;20:304-7.
- [22] Julia M. *Le travail musculaire excentrique*. 37 Entretiens de médecine physique et réadaptation (EMPR). Montpellier, 5 mars 2009.