



L'entraînement des ischio-jambiers

du sprinter au-delà du renforcement musculaire

FREDERIC AUBERT
U.F.R. – S.T.A.P.S. – PARIS V
Avia-Club – ISSY LES MOULINEAUX

Invité par le Docteur Marc Sevene au colloque médical de la F.F.A. (30/11/1996), j'ai présenté, sous ce titre, une approche pragmatique d'entraîneur sprint/haies.

Après la co-rédaction, avec le Docteur Hervé De Labareyre, d'un court article pour Athlé Magazine (n°9, février 1997), je communique à notre chère Revue de l'A.E.F.A. l'exhaustivité de mon intervention, à seule fin de partager nos expériences de terrain.

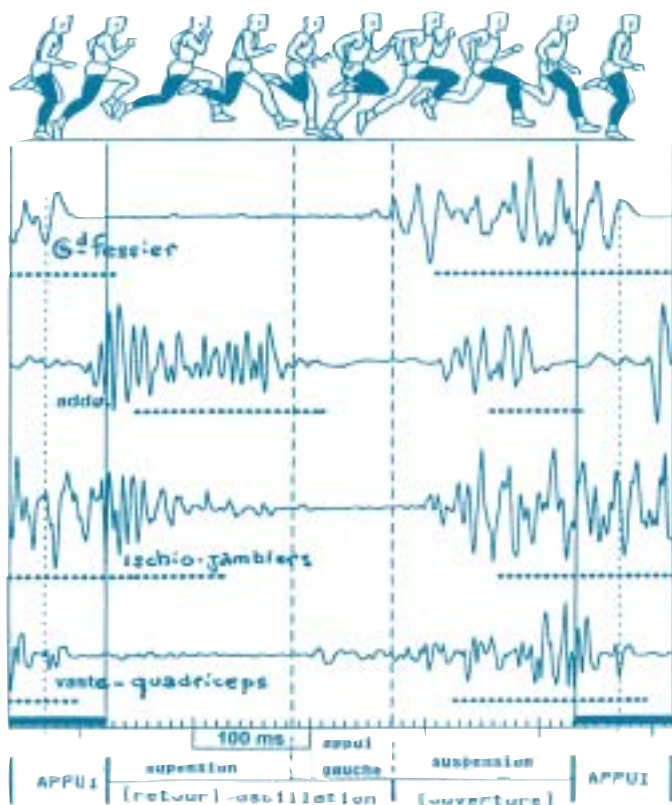
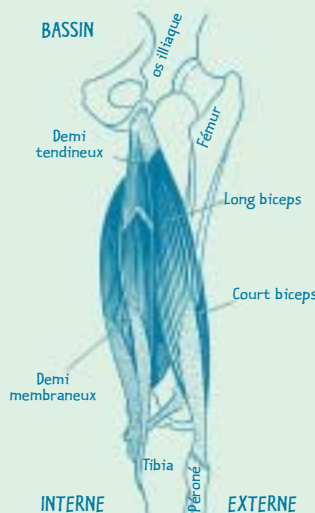


PLANCHE 2 :

Electromyogramme (grand fessier, ischio-jambiers et vastes du quadriceps) durant un cycle de foulée de sprint de la jambe droite (K. Wiemann & G. Tidow).

PLANCHE 1 :

Muscles ischio-jambiers
Vue générale (postérieure)
Loge postérieure de la cuisse



fréquence des lésions musculaires de cette région anatomique chez le sprinter :

➔ Muscles de la statique, les ischio-jambiers ont une vitesse de contraction lente (chronaxie) car ils contribuent à l'équilibre et au maintien de la station debout chez l'homme (activité tonique à contractions lentes) : **pour le sprint il faut leur apprendre la vitesse gestuelle (activité physique à haute fréquence).**

➔ Muscles longs "pennés", leur structure en chevron se compose de très nombreuses fibres courtes dont la variation de longueur est potentiellement faible (planche 1) ; de plus, leur forte composante en tissus conjonctifs (demi-membraneux, demi-tendineux) expliquerait leur propension à se raccourcir ou se raidir : **les étirements systématiques après l'effort visent à restituer leur longueur initiale et à les "dé-spasmer" post-exercice.**

➔ Muscles bi-articulaires (extenseur de la hanche/fléchisseur du genou (1), ils sont soumis à des tensions brutales voire surprenantes ; ils dépendent donc du gainage abdominal pour réaliser correctement le cycle de la foulée : **leur renforcement implique la rétroversion du bassin (comme point fixe) pour assurer la coordination inter-musculaire qui "pilote" le circuit de pied, comme le sprinter peut le faire au travers de ses gammes de course.**

Si les ischio-jambiers (muscles de la loge postérieure de la cuisse) ont un rôle prépondérant dans la course de vitesse, ils le font cher payer aux sprinters durant leur carrière.

En effet, la préparation de ce groupe musculaire pour la vitesse se heurte à des caractéristiques fonctionnelles inadaptées à la course de vitesse, lesquelles peuvent expliquer la

Depuis ces constats physiologiques, on pourrait déjà organiser le renforcement des ischio-jambiers. Or, l'analyse des électromyogrammes durant la foulée de sprint (2) fait apparaître (planche II) :

- que l'activité des ischio-jambiers intéresse plus des 2/3 du temps de cycle complet de la jambe, et ne se limite pas au seul retour du pied sous la hanche, ni à son freinage avant l'appui ;
- en conséquence, que l'activité musculaire des ischio-jambiers est polymorphique, c'est-à-dire qu'ils sont soumis à plusieurs rythmes et régimes de contractions pour couvrir le cycle de la foulée ;
- la phase d'appui antérieure à la verticale du bassin est biomécaniquement critique : elle recouvre le travail des quadriceps sous la charge de mise en tension, et sollicite le gainage du bassin pour un travail dit "en course longue" (contraction sous étirement aux deux extrémités des insertions) ; cette phase, en 1/10 de sec., est prise en sandwich entre le travail excentrique de fin de cycle (extension du genou et freinage du pied pré-appui) et le travail concentrique pour le retour du pied post-appui.

Au total, la contribution des ischio-jambiers est nettement prédominante sur celle des quadriceps, ce qui confirme l'analyse fonctionnelle de la foulée (3 & 4) selon laquelle, au delà du départ, on ne pousse pas sur un appui de course mais que l'on rebondit depuis l'organisation d'une mise en tension musculaire suivie d'un renvoi d'étirement des structures élastiques du muscle : comme on le sait, l'appui du sprinteur lancé est de nature pliométrique.

I - D'autres phénomènes à prendre en compte :

I-1 - A propos de l'échauffement

Dès 1964, un article soviétique traduit dans un document I.N.S. (5) nous informait des risques

encourus par les ischio-jambiers à l'issue d'un échauffement irrationnel au regard de leur physiologie particulière :

Une course lente de 5 à 10 minutes n'élève la température de ces muscles que de 0,2 (elle peut chuter chez certains sujets), en réponse à leur faible sollicitation pour ce type d'effort.

Dès lors, la pratique d'étirements immédiatement après, puis celles d'exercices d'accélération courtes ne font qu'accuser, à ce moment de l'échauffement "l'hypertension des ischio-jambiers qui, telle une excitation inadéquate, provoque un rétrécissement des vaisseaux sanguins, spasme vasculaire à l'origine d'une légère baisse de température locale".

La réponse des auteurs (5) préconise un jogging par déroulement de tout le pied (attaque du talon pour mise en tension excentrique des ischio-jambiers), **précédé d'exercices dynamiques d'adaptation** des ischio-jambiers pour les préparer aux tensions de freinage de la jambe libre (ex. : talon-fesse lentement à plat ventre avec élastique, ou debout sans déplacement avec haltères pédestres une jambe après l'autre). Alors peuvent suivre les étirements et les exercices de course, puisque le processus d'adaptation vasculaire ira croissant.

I-2 - A propos du rapport de force avec les quadriceps

Hors pratique sportive, I. A. Karpandji avance que "la puissance globale des fléchisseurs du genou est de 15 kgm, soit un peu plus du tiers de celle du quadriceps" (1).

On comprend que pour la course, la relation ischio-jambiers/quadriceps soit plus de la synchronisation que de l'antagonisme, car la partie serait perdue d'avance.

L'équilibre fonctionnel entre ces deux groupes musculaires n'est donc plus du domaine de la force pure mais un problème de rapport de couple fléchisseur/extenseurs en fonction de la vitesse angulaire : flexion du genou dans le retour du pied vers l'avant et extension du genou lors de la projection freinée du pied vers l'avant puis le sol.

Les Docteurs Sevène et Boisauvert (Hôpital Foch-Suresnes) nous ont communiqué les rapports de couple pour des efforts isocinétiques (à vitesse constante) chez 33 coureurs :

- à une vitesse angulaire de 60°/sec. (lente !), les ischio-jambiers n'atteignent que 60 % de la force du quadriceps.
- à 180°/sec., bien que les deux groupes musculaires perdent de leur force, les ischio-jambiers se hissent à 70 % des valeurs du quadriceps.

Ainsi, chez le sprinteur, plus la vitesse de travail augmente moins les ischio-jambiers perdent de force, et plus ils soutiennent la comparaison avec les quadriceps ; à des vitesses angulaires de 240° à 300°/sec. c'est l'adaptation des ischio-jambiers à la fréquence gestuelle qui équilibrera le rapport de force.

I-3 - A propos des tensions musculaires lors des différentes formes de courses

Par ailleurs, les trois chefs bi-articulaires des ischio-jambiers sont sollicités de façon "différentielle" : ils ne sont pas soumis en même temps ni aux mêmes tensions lors des différentes séquences gestuelles des courses de sprint et de haies (pour ne citer qu'elles) ; les insertions sous le genou (interne en haut du tibia, ou externe sur le péroné, planche I), et les plans respectifs des ischio-jambiers dans la loge postérieure de la cuisse nous rappellent que l'implication fonctionnelle de notre musculature toute entière n'est jamais monolithique, ni segmentairement univoque.

Ainsi, par exemple, au cours de la phase évolutive du départ pour l'acquisition de la vitesse maximale sur 100 m, ou lors de l'adaptation biomécanique à la course en virage sur 200 m et en relais, ou durant l'enchaînement inter-obstacles sur 110 m haies, voire,

PLANCHE 3 : TALON-FESSE à orientation quadriformes

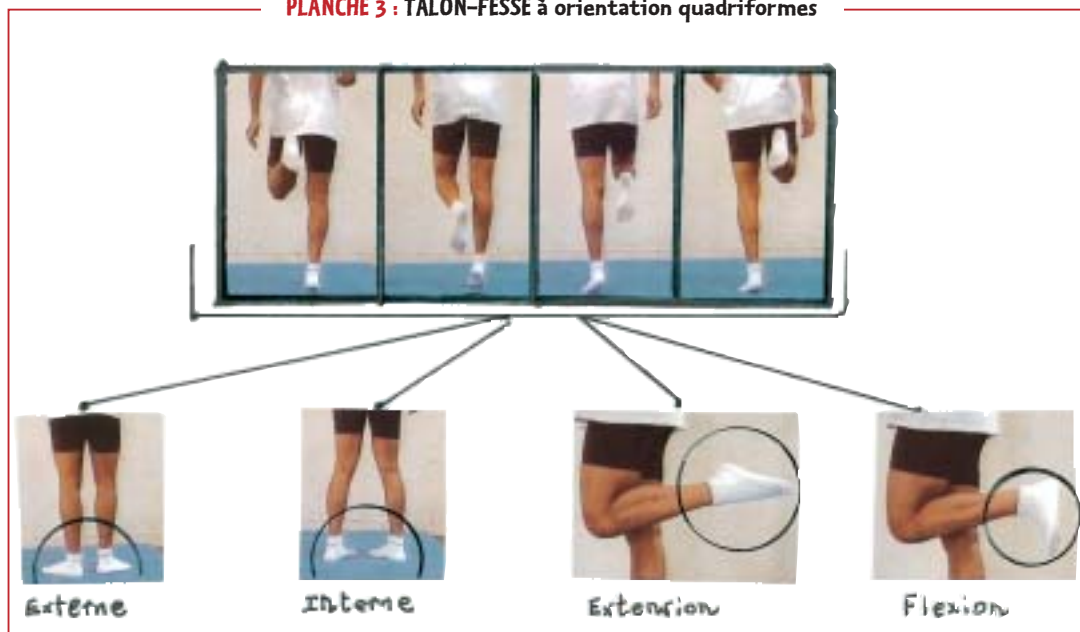
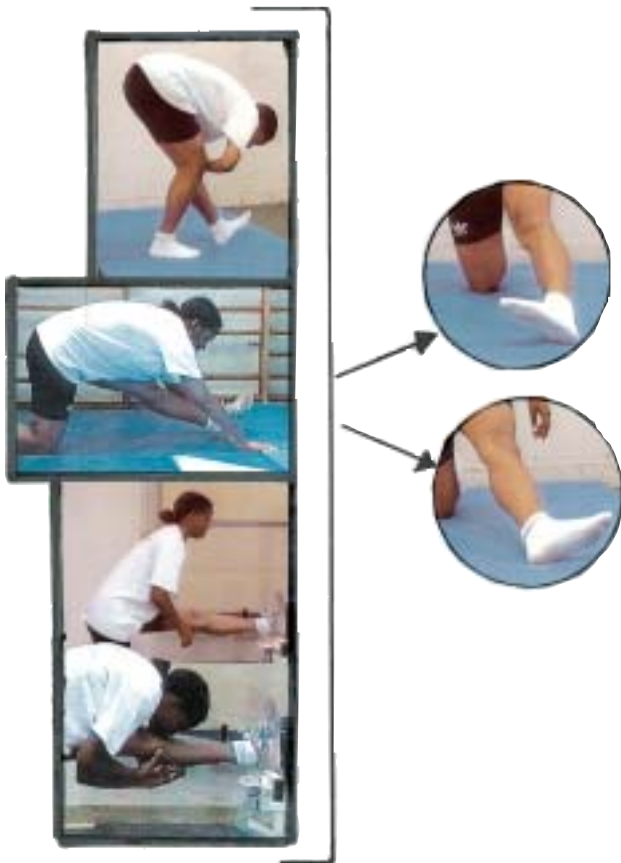


PLANCHE 4 : ETIREMENTS : varier les angles et les orientations



pour le 400 m haies, la réunion de ces trois formes adaptatives de la foulée de sprint... on peut imaginer l'activité "différentielle" assurée par l'ensemble de la musculature pour que le coureur réalise ces différentes phases avec équilibre dans ses placements (sa géométrie de course), fluidité dans ses enchaînements d'appuis (maîtrise rythmique), et particulièrement celle qui revient aux ischio-jambiers telle que nous l'évoquent certains kinésithérapeutes :

- les glissements aponévrotiques dans les plans superficiels et profonds de la loge, consécutifs aux lignes de forces excentrées ou aux différents porte-à-faux articulaires, varient d'une foulée à l'autre (course interobstacles), d'une jambe sur l'autre (course en virage) et engendrent des variations de longueurs de travail et de tensions musculaires des différents chefs. Ces phénomènes exigent une adaptation fonctionnelle en apportant des variations à des exercices et formes de travail bien connus des athlètes, comme par exemple :

- au niveau des étirements des ischio-jambiers, varier l'orientation du pied (interne/externe, flexion/extension) afin d'appliquer des tensions aux différents niveaux et plans des corps musculaires ;
- concernant les talon-fesses d'échauffement, cette combinaison "quadriforme" des positions du pied (interne/externe, flexion/extension), visera la mise en température du groupe musculaire de façon plus complète ; on y ajoutera des placements de buste du plus penché au plus vertical, variation gérée par le bassin qui ira de l'antéversion (fesses en arrière) à la rétroversion (abdomen rentré) pour jouer sur les longueurs de travail ;
- pour les exercices de renforcements musculaires, les mêmes variations d'orientations compléteront des mouvements qui n'intéressent souvent qu'un seul axe ;
- la course en virage, loin des rendez-vous spécifiques, sera

réalisée dans les deux sens, en entrée comme en sortie de virage.

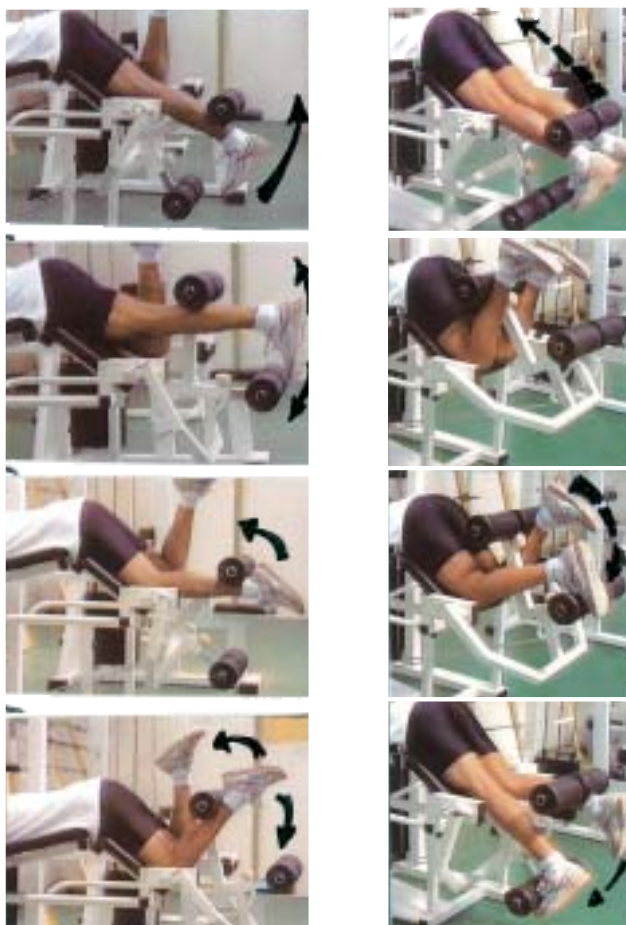
- pour le hurdler, en période non spécifique, franchir des haies dans les deux sens de course de virage, particulièrement pour le coureur de 400 m haies ; plus spécifiquement pour le coureur de 110 m haies ; privilégier ensuite le sens du virage avec la jambe d'attaque à l'intérieur : en plus de favoriser le retour de la jambe arrière, l'inclinaison dans la courbe provoque le passage rapide de l'avant-dernier appui sur jambe intérieure plus courte et le grandissement induit sur jambe extérieure allongée ; selon ce principe on peut placer les 10/12 derniers mètres d'une course d'élan de longueur en virage, jambe d'appel à l'extérieur, pour s'exercer au calibrage des marques avec une contrainte de fréquence terminale.

I-4 - En deçà, au delà : jouer à bon escient sur les contraintes de course

Augmenter la fréquence gestuelle, l'amplitude ou la charge sur l'appui, tels sont les moyens (hormis les consignes techniques) de moduler les contraintes en situation de course pour transformer la foulée du sprinteur.

Concernant l'usage des parcours de lattes pour la fréquence, observons qu'ils poussent nos jeunes à la faute de placement, les font courir penchés vers l'avant les pieds butant dans le sol ; chez un sprinteur, les ischio-jambiers sont alors en grand danger sous régime excentrique avec le bassin en antéversion. Paradoxalement, seuls les sprinteurs aguerris (buste droit et circuit de pieds à la Frédérics) peuvent s'en sortir... à condition que l'intervalle de latte ne soit pas inférieur à 90 % de leurs foulées. A notre avis, le sprint lancé en entrée de virage remplace avantageusement ce type de parcours : chacun répondra en fréquence aux exigences du virage, et du couloir 8 au 1 l'entraîneur module la contrainte de courbe.

PLANCHE 5 : LE BANC A ISCHIO



a) : Montée de charge en alternance jambe tendue / jambe fléchie

b) : Montée concentrique à 2 jambes, descente excentrique à 1 jambe

PLANCHE 6 : RENFORCEMENT des ischio-jambiers :



a) : En course longue (jambe tendue) sous gainage abdominal.



b) : En concentrique (flexion du genou) sous gainage abdominal.

PLANCHE 7 : EXERCICES de contractions excentriques

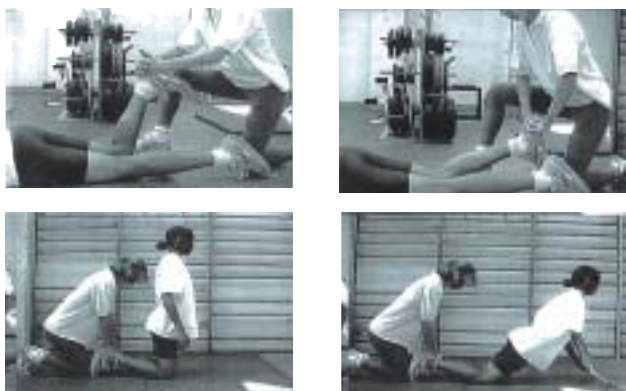


PLANCHE 8 : TALON-FESSE en vitesse gestuelle



Concernant la course en côte, retenons que plus le pourcentage est fort, plus le sprinteur sera dans une dynamique de mise en action (2) où les poussées concentriques des quadriceps l'emportent face à une faible sollicitation des ischio-jambiers : renforcement des extenseurs, augmentation de l'impact énergétique, placement propice aux poussées du départ à la montée des genoux en course... mais antinomique de la vitesse gestuelle et de la pliométrie du sprint sur piste. Aspécifique, la course en côte sera, en revanche, le parcours de reprise du sprinteur après guérison de blessure aux ischio-jambiers. A ce titre, réaliser en côte les gammes de course, et

particulièrement le pas d'oie (ciseaux de jambes tendues), constitue un bon renforcement des ischio-jambiers en course longue (c. à d. contraction sur longueur maximale).

Mais parlons, pour finir, de la course en pente descendante soit de la survitesse à l'extrême : pour être au rendez-vous d'un appui toujours plus bas en avant, les ischio-jambiers doivent assurer le retour plus rapide sous la cuisse et un freinage du pied consécutif à une extension du genou plus prompte en descente, un relais pliométrique pour résister à un poids de corps accru. On ne peut envisager un tel travail qu'en pente douce et sol stable, qu'avec précautions concernant l'échauffement, le placement et le niveau de préparation du sprinteur.

I-5 - A propos de la fatigabilité des ischio-jambiers

Les ischio-jambiers supportent mal le travail en état de fatigue et ils accusent rapidement des problèmes de récupération locale, lorsque les séances intenses se succèdent au sein d'un même microcycle (comme en stage de printemps par exemple !).

Il est donc acquis que la pratique du sprint suppose un relatif état de fraîcheur. Dans ce domaine, les procédures de récupérations actives (aérobie en fin de séance, étirements de retour au calme et massage si possible...) permettent l'enchaînement de séances souvent mieux que le seul repos passif.

Bibliographie

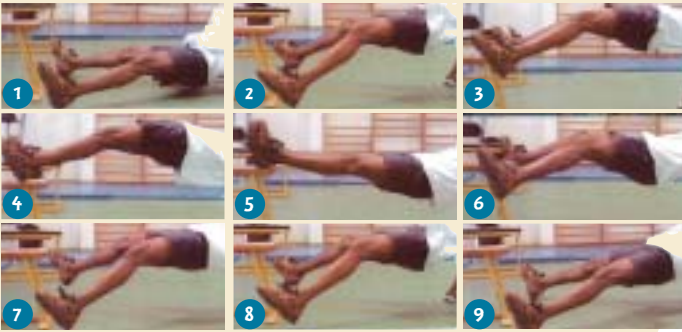
- (1) - Physiologie articulaire, fascicule 2, membre inférieur. I.A. Kapandji Maloine S.A. 1975.
- (2) - "Relative activity of hip and knee extensors in sprinting" by K. Wiemann & G. Tidow. In USA by IAAF 10:1:29-49, 1995.
- (3) - "Analyse fonctionnelle du mouvement". A. Piron, Dossier Formation - Athlétisme FFA - Revue EPS 1988.
- (4) - "Les courses de vitesse et de haies". Equipe technique Sprint/Haies FFA ; Entraîneur Fédéral, FFA/AEFA 1994.
- (5) - "La mise en train : son action contre les accidents musculaires"; Liev Masterovoy Liëgkaya Atletika (URSS) n°9 - Septembre 1964. Document INS n° 560, traducteur M. Spivak.
- (6) - "Hamstring injuries in sprinting - The role of eccentric exercise." by P. Stanton & C. Purdam, in The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy - Vol. 10 n°9 March 1989.

Toutefois, si l'on bannit toute séance ou effort anaérobie lactique précédant (la veille ou dans la séance) un travail de vitesse, il faut porter la réflexion sur les déviations et agressions de la région sacro-lombaire susceptibles de provoquer des spasmes et contractures des ischio-jambiers, en "résonnance" depuis des racines nerveuses (nerf sciatique notamment) pincées ou irritées.

C'est pourquoi, concernant la réalisation des exercices pliométriques (bondissements, sauts de haies...), il faut non seulement s'assurer de la tonicité abdominale des sprinters, mais vérifier la qualité et la justesse des réalisations (alignements, gainage et forme de contact avec le sol). Faute de quoi, il est préférable d'évacuer tout travail pliométrique important la veille d'une séance de vitesse ou précédant ce type d'effort dans la même séance. Dans le même ordre d'idée, les entraîneurs de longueur-triple savent qu'il y a un grand risque à placer du sprint plat après un travail de saut spécifique au sein d'une même séance...

PLANCHE 9 : EXERCICES PLIOMÉTRIQUES

a) : Rebond pliométrique au sol depuis un contre-haut (banc ou plinth)



b) : Rebond pliométrique au sol en jambes écartées, puis jambes jointes



PLANCHE 10 : GAMMES DE COURSE

LE PAS DE SIOU (foulée en rebond)



LE PAS D'OIE (jambes tendues)



II - L'entraînement des ischio-jambiers : une réponse méthodologique

Une procédure pragmatique de préparation des ischio-jambiers peut s'articuler de la façon suivante :

1 - Démarrer tout renforcement par du talon-fesse "quadriforme" : I-pieds en canard, II-pieds rentrés, III-cheville en flexion puis IV-en extension, pour concerner les différents chefs du groupe musculaire et à différents niveaux (*planche 3*).

2 - Restituer les longueurs après chaque exercice de renforcement : étirements post-effort systématiques (*planche 4*).

3 - Si l'on utilise pour le renforcement le "banc à ischio" (*planches 5 a et b*), le travail d'une jambe isolée après l'autre est le gage d'un équilibre dynamométrique droite/gauche.

De plus, le travail alterné jambe tendue/jambe fléchie sous la charge, replace l'effort dans une coordination inter-musculaire.

A cet appareil au début, les ischio montrent toute leur faiblesse : les charges y seront très légères.

4 - Le travail concentrique (*racourcissement* : *planche 6*) précède celui de l'excentrique (freinateur en allongement : *planche 7*) pour assurer au muscle une température nécessaire aux exigences du régime excentrique.

5 - Compléter le travail de force des ischio-jambiers par des séries de talon-fesses rapides (en accélération), replace ce groupe musculaire sous haute fréquence de contractions (*planche 8*).

6 - Enfin, le travail pliométrique des ischio-jambiers (*en rebond sur longue et externe* : *planche 9 a et b*) est obtenu dans les gammes de course réalisées en qualité et à haut niveau d'intensité : course en jambes tendues (ciseaux ou pas d'oie), course en rebond d'appuis (pas de sioux ou des indiens) pour lesquelles la puissance des rebonds passe par le gainage du bassin et une juste coordination intra comme inter-musculaire (*planche 10*).

Ainsi, au fil de la saison, la préparation des ischio-jambiers suit les évolutions du programme de musculation et accompagne au plus près la mise en place du travail spécifique. En guise d'illustration plus que de recette, la planche 11 montre l'évolution possible des contenus et exercices...

Dès lors, tout problème du rachis mis à part, et à partir d'une préparation de la sangle abdominale suffisante, le renforcement des ischio-jambiers devient un entraînement visant leur adaptation à la course de vitesse... si éloignée de la motricité usuelle !

Post-scriptum : A l'issue d'une telle communication, nous ne laisserons pas croire qu'une méthode de préparation infaillible existe au point d'éliminer tout risque de blessure des ischio-jambiers chez nos sprinters. Parce que chaque athlète est un cas morphologique avec son cursus physique personnel, le suivi médical et les examens morpho-

logiques (podologiques...) sont incontournables dans sa carrière. Parce que la pratique sportive suppose de tutoyer les limites fonctionnelles et organiques, la production de performances commandées aux dates du calendrier de compétition décuple les prises de risques dans la préparation aux efforts à intensité maximale, dits "de vitesse".

Ainsi, la blessure d'un seul athlète étant suffisamment pénible, c'est avec pudeur que nous évoquerons notre expérience de réhabilitation de nos sprinters autrefois condamnés aux lésions chroniques des ischio-jambiers. S'il en est, la chute du taux de blessures par saison avec, en corollaire, une participation plus dense aux compétitions et l'amélioration des records personnels est un résultat tangible. Enfin, notre expérience récente dans la préparation physique des rugbymen du Stade Français - CASG nous conforte dans cette approche ergonomique du traitement des ischio-jambiers pour la vitesse.

| Préparation Hivernale 1 | Préparation Hivernale 2 | Pré-compétition |
|---|--|---|
| <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 talon-fesse quadriformes + <ul style="list-style-type: none"> • Banc d'ischio 6x/jambe en tendue-fléchie + <ul style="list-style-type: none"> • 20 talon-fesse en accélération | <p>A'</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrique au sol 10 x / jambe + <ul style="list-style-type: none"> • Banc ischio 5/4/3/2 en pyramide concent. 2 jambes/excent. une jambe + <ul style="list-style-type: none"> • 20 talon-fesse rapides | <p>A''</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cycle de pied sur place (siou d'une jambe x 10 + <ul style="list-style-type: none"> • Pliométrie au sol x 20 x 20 impulsions <ul style="list-style-type: none"> • Banc ischio : entretien A + <ul style="list-style-type: none"> • 20 talon-fesse ou pas d'oie rapides |
| Étirements des ischio-jambiers après chacun de ces blocs d'exercices | | |
| <p>B</p> <p>Gammes de course sur piste : intensité et amplitude moyennes, variations et coordination sur 60 à 80 m</p> | <p>B'</p> <p>Gammes de course sur piste ou en côte : intensité et amplitude maximales, validation en passant des gammes aux foulées de sprint sur 40 m</p> | <p>B''</p> <p>Exercices de survitesse en descente, vent favorable speedy, etc...</p> |

PLANCHE 11 :

A, A', A'' sont calés sur la dynamique (volume/intensité) des séances de musculation de la période considérée. Placés plutôt la veille d'aérobic pour éviter la veille d'une séance de vitesse.

B, B', B'' sont inclus dans le programme de course, ou de préparation physique spécifique.