

RÉSISTANCE MUSCULAIRE

PLUS FORT, MOINS FRAGILE...

Nous vous avons déjà évoqué l'importance du travail de renforcement musculaire dans l'entraînement au trail(*) ou parlé du concept d'entraînements croisés avec le cross training (**). On se rend compte désormais que la préparation physique est souvent négligée alors qu'elle devrait tenir un rang d'importance plus conséquent, notamment chez les débutants, afin d'éviter (ou de diminuer) les traumatismes musculaires et les risques de blessures liés à la pratique du trail.

PAR ERIC LACROIX - PHOTO : TOMA MICOUD



(*) Trails Endurance mag. HS Trail 2012, «Le myo cross max»

(**) Trails Endurance Mag. n°97

Bien souvent la personne qui débute en trail est surprise par l'effort musculaire qu'il faut déployer dans la course, surtout lorsque celle-ci propose un fort dénivelé. Lorsque les courbatures - voire les crampes - arrivent, il n'est donc pas rare de les voir en grande difficulté. L'effort répété de multiples montées et descentes provoque une usure neuro-musculaire que le néophyte n'a pas l'habitude de gérer. Il est donc primordial pour démarrer la pratique du trail de tester ses capacités de résistance musculaire. Tout comme l'évaluation de la cylindrée (avec le test de VMA, qui est désormais un passage incontournable), expérimenter et éprouver le potentiel neuro-musculaire peut nous permettre de constater les progrès à effectuer dans ce secteur avant de se lancer dans la compétition.

LE THT OU TEST HIIT EN TRAIL

Nous avons inventé un protocole et expérimenté ce test sur plusieurs centaines de personnes à La Réunion avec une diversité d'objectifs et de niveaux dans la pratique du trail. Ce test ne se prétend pas d'une validité scientifique, mais il émane d'une recherche empirique volontaire afin d'évaluer des populations diverses et variées souhaitant réaliser des courses de trail et d'ultra trail, avec notamment de grands débutants. Nous avons eu pour objectif de mesurer en amont la résistance cardio-musculaire avant d'aborder le travail spécifique en montagne («se préparer à...»)

PROTOCOLE

La méthode utilisée est la méthode de fractionné en «Tabata Intervals» ou HIIT (High Intensity Interval Training) inventée par le docteur Japonais Izumi TABATA (voir encadré plus loin). Le principe est de répéter des cycles de 20 sec d'effort très intense suivis de 10 sec de récupération. L'avantage de cette méthode (souvent effectués en blocs de travail de 4 minutes) est d'évaluer ou de travailler conjointement et très efficacement la capacité anaérobie et la puissance musculaire. Nous l'avons adaptée à l'effort à fournir en trail avec des efforts qui travaillent en priorité l'optimisation de l'entraînement de la consommation d'O₂ (V_{O2}) et les muscles principaux sollicités. Pour tester véritablement les limites d'exploration cardio-musculaires nous avons choisi d'évaluer les pratiquants sur une double séquence Tabata c'est à dire: 8 minutes d'effort total sur 3 séquences de 10 minutes composées de 3 exercices différents: le Tractus Fit, le Tens Fit et le Jump Fit. Chaque minute correspond à un palier. Il y a donc 8 paliers par exercice, et 24 paliers au total pour une durée totale de 30' de test.

“Primordial de tester ses capacités de résistance musculaires”

CHOIX DES EXERCICES

SÉQUENCE 1 :

Le tractus Fit permet de tester la résistance musculaire dans une position latérale. Il doit être exécuté avec le corps le plus droit possible en coordonnant le toucher de la jambe libre avec la main opposée. La cuisse doit monter à l'horizontale. Une fréquence gestuelle de 15 à 20 est demandée. Si la fréquence tombe en dessous de 15 on estime qu'il y a détérioration du geste (fatigue) et donc l'exercice doit être stoppé. Chaque jambe est travaillée en alternance toutes les 30" (on se retourne à chaque fois).

SÉQUENCE 2 :

Le Tens Fit permet de tester l'enchaînement «rigidité-élasticité» (ou le concept de bio-tenségrité avec une phase rigide suivie d'une phase souple). La réception pieds serrés doit se faire avec un corps le plus «gainé» possible avec un petit sursaut pour repartir vers la descente contrôlée sur plante de pied au contact du sol en jump squat» (jambes fléchies à environ 90°). Une fréquence gestuelle de 15 à 20 est également demandée.

SÉQUENCE 3 :

Le Jump Fit permet enfin de tester la coordination alternée des jambes avec sursaut sur la marche haute et rebond pliométrique au sol (sur plante de pied de préférence). La position du corps doit être «gainée et tendue» lors du sursaut sur la marche, et dynamique au rebond au sol. Une fréquence gestuelle de 18 à 22 est demandée, car la tonicité du mouvement est importante (notion de restitution élastique).

MATÉRIEL

Aucun matériel n'est nécessaire. Il faut juste trouver une marche haute qui doit être positionnée à hauteur du genou (ou juste en dessous de la rotule) et un chrono va « bipper » tous les paliers.

Paliers et récupération : pendant l'exercice 1 ou 2, si le pratiquant stoppe au palier 3, il aura donc 7' de récupération passive jusqu'à l'exercice suivant. Par contre s'il stoppe au palier 8 il n'aura plus que 2' de récupération (qui demeure cependant le délai minimum de récupération avec restauration des réserves intramusculaires ATP + CP).

Variante: On peut proposer ce test sous une forme moins exigeante, pour des « grands débutants », en proposant 3 paliers de 4' suivis de 1' de récupération (mini THT 3 x 5').

Récupération de la séance

Du fait d'une sollicitation excentrique, cet entraînement va provoquer quelques altérations musculaires. Il est donc primordial de laisser quelques jours de récupération active dans les jours qui vont suivre (footing, vélo souple), voir passive (repos complet). Sjöström et coll. (1984) parlent d'un délai de grosse fatigue du 3^{ème} au 6^{ème} jour. Selon Talag (1973), les courbatures vont surtout apparaître dans les 48h (schéma). Mais pour un débutant ce travail est incontournable, car il va créer une fatigue musculaire qu'il retrouvera en situation lors des entraînements ou trails, notamment en montagne.

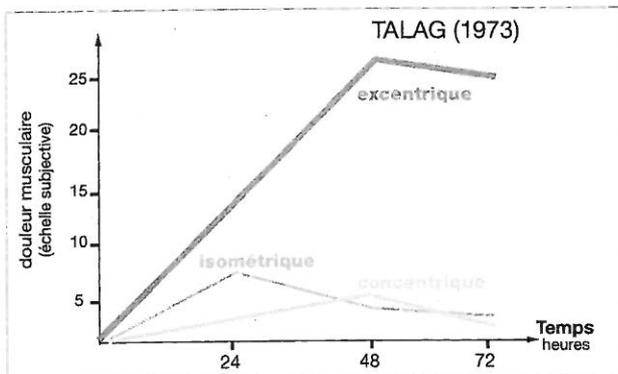
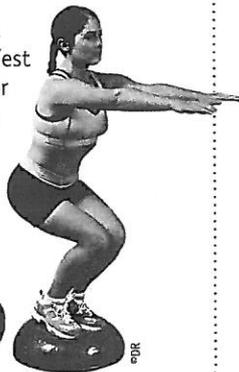
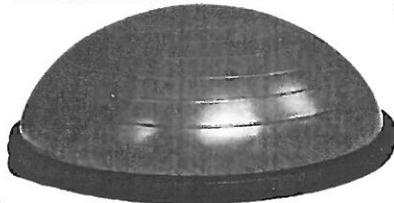


Schéma de Talag sur les courbatures post-exercices en mode excentrique

BOSU

Le Bosu se compose d'une plateforme rigide et de 2 poignées liées à une demi-sphère souple gonflée d'air. C'est l'anachronisme de « Both Side UP ». C'est un outil formidable pour faire travailler les muscles aussi bien superficiels que profonds, ainsi que l'équilibre et la ceinture abdominale.



EXERCICE 1 : LE « TRACTUS FIT »

♦ 2 séquences alternées toutes les 30" jambes droite - jambe gauche (20" d'effort - 10" de récupération). Entre 15 et 20 fois le geste.



Début du geste



Fin du geste

Consignes :

- partir de profil avec la jambe droite sur la marche haute. Au signal de départ, monter la jambe gauche à l'horizontale. Toucher la jambe gauche avec la main droite. Rester le buste droit (ne pas se pencher, c'est la jambe qui monte et non le buste qui descend!)
- la fréquence est de 15 à 20 répétitions par jambe à chaque séquence de 20"
- à la fin de la session de 20", et durant les 10" de récupération se retourner et faire le même exercice avec la jambe gauche
- Alterner chaque jambe toutes les 20"

Muscles sollicités :

Quadriceps, psoas, grand fessier, moyen fessier, petit fessier, ischio-jambiers, gastrocnémien, fibulaires

Variantes et complexification pour s'exercer :

- Possibilité de dynamiser le mouvement en sautant à la fin du mouvement (extension) : travail supplémentaire des gastrocnémiens.
- Pour évaluer un expert, il est possible d'exécuter ce mouvement avec une charge lestée (ex: sac de 3 à 5kg).

EXERCICE 2
LE « TENS FIT »

- ▶ avec séquences alternées jambes en hyper extension - jambes en position demi-squat (20" d'effort - 10" de récupération). Entre 15 et 20 fois le geste.



Début du geste



Fin du geste

▶ **Consignes :**

1. partir de face jambes fléchies en position de demi-squat. Au signal pousser sur les jambes en extension et atterrir jambes en hyper-extension (gainage du corps), faire un petit sursaut avec une impulsion rigide. et retomber jambes fléchies
2. la fréquence est d'environ 15 à 20 répétitions en geste complet à chaque séquence de 20"
3. à la fin de la session de 20", se reposer 10" et réitérer la même session

▶ **Muscles sollicités :**

Quadriceps, grand fessier, moyen fessier, petit fessier, ischios jambiers, jambier antérieur, gastrocnémien

▶ **Variantes et complexification pour s'exercer :**

- ▶ Réception tendue sur un banc (hauteur basse) ou sur un BOSU.
- ▶ Partir assis, jambes de chaque côté sur le banc ou le BOSU.
- ▶ Pour faire travailler un expert, il est possible d'exécuter ce mouvement avec une charge lestée (sac de 3 à 5kg)

EXERCICE 3
LE « JUMP FIT »

- ▶ avec séquences alternées jambes droite - jambe gauche sur les séquences. (20" d'effort - 10" de récupération). Entre 18 et 22 fois le geste.



Début du geste



Fin du geste

▶ **Consignes :**

1. partir face à la marche jambe droite sur la marche haute. Au signal prendre une impulsion et chercher l'hyper-extension en changeant de jambe sur la marche. Repousser sur la jambe gauche et ainsi de suite (alterner jambe droite-jambe gauche). Travailler l'exercice au maximum sur plante de pied (position dite en «mid-foot»)
2. la fréquence est d'environ 18 à 22 répétitions en geste alterné à chaque séquence de 20"
3. à la fin de la session de 20", se reposer 10" et réitérer la même session.

▶ **Muscles sollicités :**

Quadriceps, grand fessier, moyen fessier, petit fessier, ischios jambiers, jambier antérieur, gastrocnémien, fibulaires
Bras équilibrateurs + transmission des forces (allégée vers le haut, renforcée vers le bas)

▶ **Variantes et complexification pour s'exercer :**

- ▶ possibilité de dynamiser le mouvement en sautant à la fin du mouvement (extension): travail supplémentaire des gastrocnémiens
- ▶ pour évaluer un expert, il est possible d'exécuter ce mouvement avec une charge lestée (sac de 3 à 5kg)

RÉSULTATS ET ÉVALUATION DES NIVEAUX

Au delà de pouvoir se tester et de travailler en résistance musculaire lorsque l'on n'habite pas une région montagneuse, ce test permet également de se situer en début de cycle de renforcement musculaire. Pour cela, il suffit de comptabiliser le nombre de paliers effectués lors du test, en sachant que chaque palier compte 2 sessions de 30''(20''+10''). On peut donc au final évaluer son potentiel quant à sa résistance cardio-musculaire sur chacun des exercices, avec éventuellement divers paramètres identifiables comme la fréquence cardiaque, la dépense énergétique.

À partir des données effectuées sur le test complet, il est tout à fait possible de constater les ressources cardiaques et neuro-musculaires (mais aussi mentales) et ainsi de pouvoir orienter le travail en conséquence. Pour cela il suffit de comparer le différentiel entre la VMA et le THT.

On peut simplifier en émettant l'hypothèse suivante :

$$\text{Résistance musculaire} = \text{Total THT} - \text{VMA}$$

Si la différence est positive, voir nulle, on peut supposer qu'un travail plus axé sur la VO2 est conseillé. Par contre si la différence est négative, il faut sans doute orienter et inciter l'athlète à placer du renforcement musculaire dans son programme. Dans le diagramme ci-dessous, on peut donc constater qu'on s'oriente vers 3 profils de groupes de niveau qui ne soient pas uniquement liés à la VMA, mais également aux ressources liées à la «résistance cardio-musculaire».

Temps de maintien au palier	Niveau de résistance neuro-musculaire
P1 → 1' - P2 → 2' - P3 → 3'	Peu de résistance
P4 → 4' - P5 → 5' - P6 → 6'	Assez bonne résistance
P5 → 7' - P6 → 8'	Très bonne résistance

Prénoms	VMA VamEval)	1 TRACTUS Fit	2 TENS Fit	3 JUMP Fit	TOTAL THT	Résistance musculaire	Groupe de niveau ou de travail orienté
Patrick	15	7	8	8	23	8	Groupe 1
Vital	14	6	8	8	22	8	
Rodolphe	16	7	8	8	23	7	
Joran	17	7	8	8	23	6	
Guillaume	15,5	4	8	8	20	4,5	
Alain	20	8	8	8	24	4	
Nathalie	14,5	4	6	8	18	3,5	
Sandra	11	4	5	5	14	3	
Henry	16	4	6	8	18	2	
Eric	14	4	4	8	16	2	
Thierry	18,5	4	8	8	20	1,5	
Christophe	15	7	4	5	16	1	
Margareth	13	4	5	5	14	1	
Franck	16,5	6	8	3	17	0,5	
Celine	13	3	2	8	13	0	
Bertrand	12	4	2	5	11	-1	
Isabelle	12	3	4	4	11	-1	
Richard	16,5	4	3	8	15	-1,5	
Dany	13,5	4	4	4	12	-1,5	
Bettina	12,5	1	3	7	11	-1,5	
Fabiola	10,5	3	2	3	8	-2,5	
Frederic	13	2	3	5	10	-3	
Arnaud	14	2	4	4	10	-4	
Remy	13,5	3	3	3	9	-4,5	
Dominique	15	4	2	4	10	-5	
Camille	11	1	2	3	6	-5	
Michael	16	3	4	3	10	-6	
Georges	15	4	2	3	9	-6	
Frederic	14	2	3	3	8	-6	
Qiwei	11,5	1	2	2	5	-6,5	
J.Jacques	15	4	2	2	8	-7	
Christophe	14,5	2	2	3	7	-7,5	
Dominique	15	3	1	3	7	-8	
Bruno	13	1	1	3	5	-8	
Christine	12,5	1	1	0	2	-10,5	

Exemple de THT - Equipe EDF Grand Raid - Début du bloc de renforcement musculaire

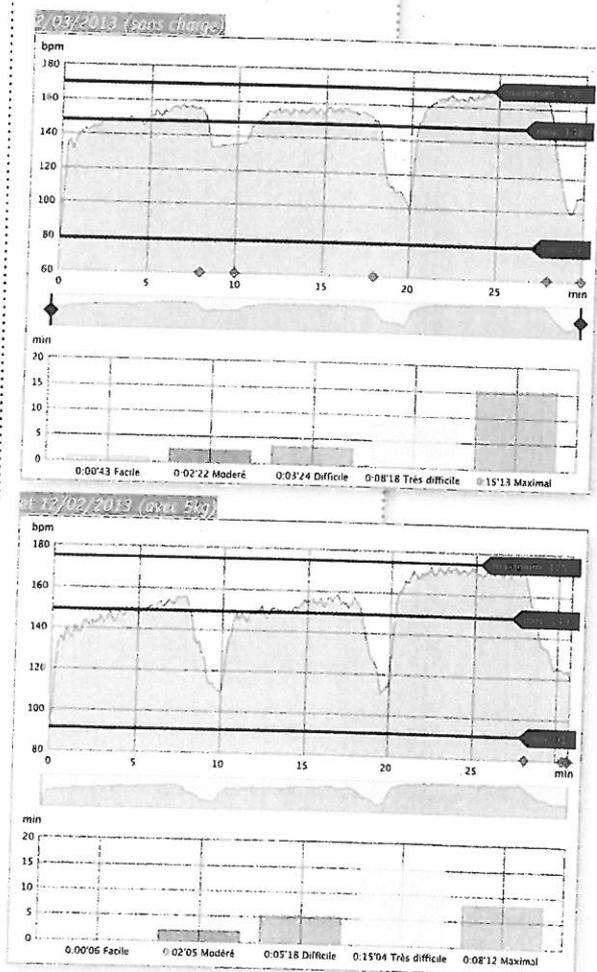
Au delà de la démarche empirique discutable de ce test, ce mode de travail permet en fait de changer de la routine quotidienne en diversifiant, mais aussi en alternant les entraînements. Il peut donc éviter à des débutants une certaine lassitude tout en permettant de développer des qualités neuro-musculaires indispensables au pattern moteur du coureur de trail. C'est donc un très bon complément qui peut permettre de mieux attaquer la saison de trail, surtout ceux avec de forts dénivelés abrupts et cassants.

RÉSISTANCE MUSCULAIRE & TRAVAIL CARDIAQUE

Prenons l'exemple d'Alain qui a effectué ce test dans un cycle de développement orienté vers la recherche de la puissance musculaire. Il a fait 2 fois le test à 10 jours d'intervalles, le premier sans charge et le deuxième avec une charge de 5kg sur le dos. Il a réussi les 8 paliers sur les 3 exercices.

On constate sur l'exercice 3, que sa Fc max. est presque atteinte à 170 pls/mn (sa Fc max étant de 175 pls/mn) sur le 1^{er} test et atteinte sur le 2^{eme} test. On observe bien l'adaptation cardiaque musculaire au 2^{eme} test.

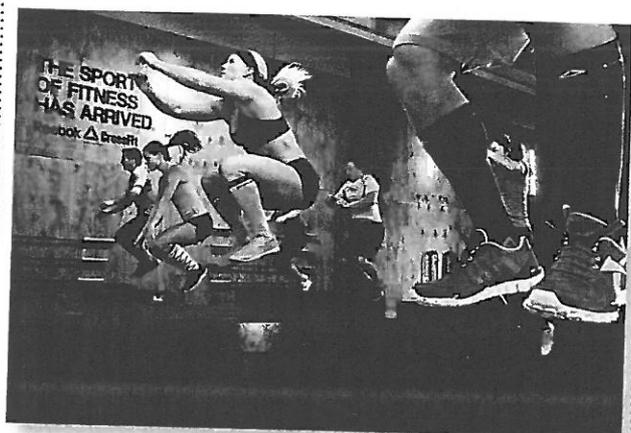
THT30(Test HIIT Trail) - Alain



Données sur Suunto Ambit

LES TENDANCES ACTUELLES DU RENFORCEMENT MUSCULAIRE

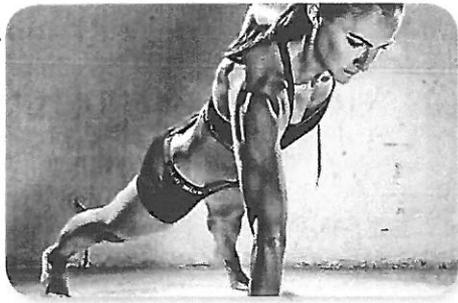
LE CROSSFIT



La méthode du Crossfit est basée sur l'intégration d'exercices fonctionnels exécutés en alternance pendant 10 à 20 minutes sans temps de repos pré-établis avec une intensité élevée où l'on soulève, pousse, saute, lance, frappe, grimpe... C'est un Californien, Greg Glassman, qui en est l'inventeur. Son programme est particulièrement bien approprié pour développer et optimiser une condition physique générale car les avantages du Crossfit sont d'être courts, efficaces, variés, adaptables suivant les niveaux individuels, et surtout stimulants (réalisables en groupe ou seul). Ce programme est un «supplément» à l'entraînement dans sa globalité car il permet par sa diversité et son efficacité, de laisser du temps pour travailler les spécificités de la discipline ou de l'évènement. Les exercices qui composent ces circuits sont souvent poly-articulaires et issus de nombreuses disciplines (haltérophilie, gymnastique, force athlétique, athlétisme, aviron, natation, etc.). L'objectif affiché du CrossFit est donc de développer toutes les qualités physiques simultanément (endurance, force, vitesse, souplesse, coordination, agilité, etc...).

Par contre le concept est souvent critiqué du fait qu'il existe :

- une certaine démesure, que ce soit dans le nombre de répétitions des différents exercices ou dans la charge préconisée (souvent très lourdes!). Ce qui pousse souvent à une mauvaise réalisation technique des mouvements (et les rendent dangereux sur le long terme).
- un risque cardiovasculaire si la séance est réalisée trop intensément par une personne néophyte et donc non préparée à une succession d'efforts intenses.



HIIT OU TABATA INTERVALS

Une des méthodes fractionnées désormais beaucoup utilisée par de nombreux préparateurs physiques et entraîneurs est la méthode «Tabata Intervals» où HIIT (pour High Intensity Interval Training). Le HIIT est un mode d'entraînement fractionné qui vise un renforcement de la condition physique par de brèves séances d'exercices (de 15 à 30 minutes). Une séance de HIIT a en fait la particularité d'être composée de très courtes périodes d'effort intense alternées de périodes de récupération. Le ratio entre les temps d'effort et de repos est généralement de 2 pour 1 (par exemple 20" d'effort et 10" de récupération en mode «Tabata»).

L'objectif de ce type d'interval training (IT) est d'améliorer en priorité la capacité anaérobie et la tolérance lactique. Mais, paradoxalement, plusieurs auteurs ont montré que cet I.T anaérobie réalisé avec une intensité largement supramaximale pouvait s'accompagner d'une importante stimulation du métabolisme aérobie avec des effets importants sur la puissance aérobie, associés à des modifications histologiques (fibres rapides) et enzymatiques.

Composition et objectifs d'une séance de HIIT

Après un échauffement, chaque exercice est composé de deux phases :

- 1- phase d'effort intense, réalisée à l'intensité maximale dont est capable le pratiquant.
- 2- phase de récupération qui doit être réalisée en effort passif ou à intensité basse.

La durée totale de la séance ne dépasse pas une demi-heure.

Cette forme d'entraînement est très exigeante mais elle est très efficace pour :

- la perte de poids et l'absence de perte de masse musculaire,
- l'amélioration de l'endurance de force

Diverses études ont démontré que le HIIT est en réalité très efficace :

- pour des sportifs entraînés qui atteignent un palier dans leur progression ou qui craignent une perte de masse musculaire (inévitables avec les entraînements en aérobie).
- car cette séance élève considérablement le métabolisme de base de l'organisme dans les 24 heures qui suivent (notion d'EPOC), et améliore davantage la VO₂max.

C'est donc un bon moyen pour les entraîneurs et les athlètes de tester le potentiel cardio-respiratoire et musculaire du coureur de trail. Par contre l'intensité des séances peut rendre ce type d'entraînement très difficile aux pratiquants dont la condition physique est mauvaise.

Peut-on combiner «force et cardio»?

Hakkinen et Komi (1985) ont étudié les effets d'un entraînement explosif (100 à 200 bondissements par entraînement) durant 24 semaines et y ont constaté diverses améliorations, notamment l'augmentation de la force explosive (solicitation nerveuse) et de la force maximale (amélioration de 7%).

Ce type de séquence se traduit donc par des réponses adaptatives des muscles sollicités. Ces adaptations, physiologiques et biomécaniques, reposent en fait sur des modifications cellulaires qui font du muscle un tissu éminemment plastique et malléable. En effet, les propriétés contractiles et élastiques du muscle évoluent avec l'entraînement, et cet entraînement se traduit par une amélioration des performances musculaires, en particulier en terme d'endurance de force (ou comme le cite Gilles COMETTI, la force d'endurance).

Quels sont les objectifs d'un entraînement par intervalles cardio-musculaire ?

Ce travail en interval training (IT) permet d'accroître la charge d'entraînement avec l'objectif de :

- maintenir plus longtemps que le temps limite (continu) une intensité élevée,
- résister à la fatigue musculaire,
- améliorer le temps de soutien (ou «temps limite») mais aussi la puissance maximale, supra max et de décaler les seuils. ●

Références

- Astorino TA, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force.
- Babraj J, Vollaard N, Keast C, Guppy F, Cottrell G, Timmons J (2009). «Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males». *BMC Endocrine Disorders* 9 (3)
- Driller, Matthew; Fell, James; Gregory, John; Shing, Cecilia and Williams, Andrew. (2009). The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4
- Hakkinen K et Komi P (1985). Effect of explosive strength training on electromyographic and force production characteristics of legs extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand.Jour. Sport Sci*, 7.
- Laursen PB, Jenkins DG (2002). «The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes».
- Smith MM, Sommer AJ, Starkoff BE and Devor ST (2012). «Crossfit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition». *J Strength Cond Res* doi: 10.1519/JSC.
- Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, et al. (1996). «Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max». *Med Sci Sports Exerc* 28 (10): 1327-30.
- Tremblay A, Simoneau JA, Bouchard C (1994). «Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism». *Metab. Clin. Exp.* 43 (7): 814-8.
- BILLAT Véronique, *Physiologie et méthodologie de l'entraînement*, Ed. De Boeck, 2003
- COMETTI G., *Les bases modernes de musculation, Tomes 1 et 2*, CNRP Dijon, 1989, 1990.
- COMETTI G. et D., *La pliométrie*, Ed. CHIRON, 2007
- Le GALLAIS Daniel, MILLET Grégoire, *La préparation physique*, Ed. MASSON, 2007
- PUELO J., MILROY P., *Course à pied. Anatomie et mouvement*, Vigot 2012
- WILMORE Jack H, COSTILL David L., KENNEY Larry, *Physiologie du sport et de l'exercice*, Ed. De Boeck, 4e édition, 2009