



Centre d'Expertise de la Performance

G. Cometti

Newsletter N°5 – Mai 2012

Les entraînements combinés

Du côté du Centre d'Expertise de la Performance

Du côté de la littérature scientifique

Du côté des terrains : Séance type en judo

Intermède publicitaire : Matsport

Informations / Agenda

LES ENTRAÎNEMENTS COMBINÉS DANS LA PRÉPARATION PHYSIQUE

La plupart des sports nécessitent le développement à la fois des composantes de force et d'aérobie afin d'être le plus performant possible. Toutefois, l'entraînement de ces deux qualités physiques, induit des adaptations différentes et souvent contradictoires. Hickson (1980) fut l'un des premiers à mettre en évidence les interférences induites par l'un des entraînements sur l'autre. Ainsi, comparés aux gains obtenus suites à un entraînement de force seul, les entraînements combinés induiraient des gains de force moins importants. Depuis, de nombreuses études se sont intéressées à cette thématique et notamment à la planification de ces entraînements combinés afin de limiter ces interférences. Nous tenterons ici de dresser un rapide état des lieux sur ces entraînements combinés en les abordant d'un point de vue physiologique puis au point de vue de la planification (en lien avec des preuves scientifiques).

UN (TOUT PETIT) PEU DE PHYSIOLOGIE

Très schématiquement, l'entraînement de force, généralement réalisé à l'aide de charges additionnelles, induit deux types d'adaptations : (i) augmentation de la commande nerveuse et (ii) modifications morphologiques (par ex. hypertrophie, architecture musculaire...). L'entraînement aérobie induit, quant à lui, des adaptations au sein (i) du système cardiovasculaire et (ii) du muscle (par ex. densité des capillaires, densité mitochondriale...).

Plus particulièrement, les adaptations musculaires (moléculaires) sont obtenues par l'activation de voies cellulaires de signalisation. La synthèse protéique, obtenue suite à des entraînements de force à dominante hypertrophie activerait la voie Akt-mTOR. La biogénèse mitochondriale proviendrait des voies de signalisation CaMK et AMPK. Ces voies de signalisation interagissent néanmoins les unes avec les autres, donnant lieu au phénomène d'interférence (Fig. 1). Il semblerait ainsi que suite aux entraînements combinés, la

EDITO

Sans newsletter depuis longtemps, nous essayons de reprendre une écriture régulière afin d'aborder succinctement différents aspects de l'entraînement. Plus particulièrement, la préparation physique cherche le développement des qualités physiques du sportif afin d'améliorer la performance spécifique. Malheureusement, les qualités devant être développées sont souvent "contradictoires" avec des adaptations opposées et donc, bien souvent, des interférences. C'est dans ce cadre que de nombreuses études se sont intéressées aux entraînements combinés (force et aérobie) et à leur agencement afin de limiter au maximum ces interférences. Nous tenterons ainsi de faire un état rapide des connaissances sur ce thème à la fois complexe d'un point de vue scientifique mais aussi d'un point de vue du terrain.

synthèse protéique soit inhibée par la voie de signalisation AMPK liée à l'entraînement aérobie (Hawley, 2009).

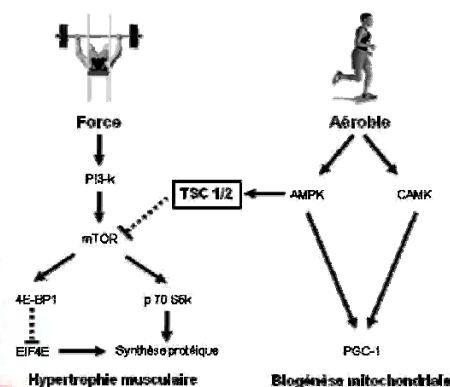


Fig. 1 : Voies de signalisations spécifiques à chaque modalité d'entraînement (d'après Hawley, 2009).

L'INTERFÉRENCE ?

Ce bref rappel physiologique nous permet de comprendre rapidement l'interférence pouvant être obtenue suite aux entraînements combinés. Pour illustrer cette interférence nous allons nous intéresser tout d'abord aux adaptations en termes de force puis en termes d'endurance.

Effets sur la force. Hickson (1980) suivi par d'autres auteurs ont mis en évidence que l'entraînement aérobie (dans les entraînements combinés) a un caractère inhibiteur sur le développement de la force. La force n'est pas le seul paramètre touché, l'amélioration des qualités de vitesse, de puissance étant également inhibés suite à ces entraînements (par ex. Gergley 2009). Selon ce dernier auteur, les interférences sembleraient localisées au niveau des muscles sollicités par ces deux types d'entraînement.

Effets sur l'aérobie. Le développement aérobie ne semble pas être affecté par les entraînements combinés. Certaines études se sont intéressées à l'ajout de séances de

force à des entraînements aérobie (en complément ou en substitution). Celles-ci ont mis en évidence l'effet positif de l'entraînement de force sur la performance sportive (Paavolainen et coll. 1999). En effet, la performance en endurance, développée suite à l'entraînement aérobie, s'accompagnera d'une amélioration de la force qui se traduit, par exemple, par une optimisation de l'économie de course. Néanmoins, la difficulté réside dans le choix du type d'entraînement de force ou d'endurance à appliquer.

STRATEGIE D'ORGANISATION

Comme indiqué précédemment de manière très synthétique et très schématique, les entraînements combinés peuvent induire des interférences. Différentes études ont néanmoins indiqué que, selon le type d'entraînement proposé, le degré d'interférence pouvait être plus ou moins important. Comment limiter cette interférence ? Quelle stratégie d'organisation doit être mise en place ?

Intensité d'entraînement. Docherty et Sporer (2000) ont développé un modèle permettant d'examiner le phénomène d'interférence (Fig. 2). Il semblerait que selon le type d'entraînement proposé, les interférences pourraient être réduites. En effet, les effets des entraînements de force utilisant des charges lourdes (<6 RM, répétitions maximales) ne seraient que peu affectés par l'entraînement aérobie du fait des adaptations à dominante nerveuses. A l'inverse, les entraînements visant le développement de l'endurance musculaire locale (8-10 RM) seraient dans la zone d'interférence. Ce modèle suggère également que l'entraînement aérobie doit être à de hauts pourcentages de la puissance maximale aérobie afin d'avoir des interférences significative.

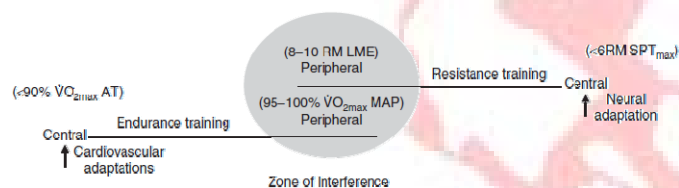


Fig. 2 : Modèle de Docherty et Sporer (2000) représentant la zone d'interférence des entraînements combinés. AT : seuil anaérobie, MAP : puissance maximale aérobie, LME : endurance musculaire locale, SPT : entraînement de force et puissance maximale

Planification. Le modèle de Docherty et Sporer (2000) suggère donc qu'une planification réfléchie permettrait de limiter les interférences des entraînements combinés. En effet, Garcia-Pallarès et coll. (2009) ont montré l'efficacité d'une planification des entraînements combinés sur 12 semaines chez des kayakistes de haut-niveau. Le premier bloc consistait en un travail d'hypertrophie combiné avec un travail aérobie <90% de VO_{2max} . Le second bloc consistait en un travail de force maximale combiné avec un travail aérobie >90% de VO_{2max} .

Volume d'entraînement. Il semblerait que les entraînements combinés produisent plus d'interférences lorsque ceux-ci sont réalisés pendant une durée >3 semaines. Garcia-Pallarès et Izquierdo (2011) suggèrent, dans leur revue de littérature, que 3 à 4 séries de 4 à 6 exercices spécifiques pluri-articulaires avec un faible nombre de répétitions seraient efficaces pour développer la force chez des kayakistes de haut-niveau.

Séquence des entraînements. L'effet de l'ordre de présentation des séances (force/aérobie vs. aérobie/force) reste divergent dans la littérature scientifique. Néanmoins, il semble

évident que, lorsque présentés dans une même séance, l'entraînement de force semble plus qualitatif s'il est réalisé avant l'entraînement aérobie. Concernant le délai entre chaque type d'entraînement, Sale et coll. (1990) obtiennent moins d'interférences lorsque les entraînements force et aérobie sont réalisés lors de séances différentes et sur des jours différents. Dans le cas d'entraînements biquotidiens, Garcia-Pallarès et coll. (2011) suggèrent un délai de 6 à 8 heures afin d'avoir une récupération suffisante entre chaque entraînement.

CAS PARTICULIER

Dans cette brève note sur les entraînements combinés, nous avons considéré uniquement des entraînements séquencés (force suivie d'aérobie ou inversement). Les entraînements intégrés (alternance force/aérobie) peuvent également être réalisés lors de séances de type intermittent-force, par exemple. Des phases à dominante force (bondissements ou exercices spécifiques...) sont placées au cours d'un exercice de type intermittent (sous forme de 20/20 durant 8 minutes..., Fig. 3) (cf. chapitre "du côté des terrains", exemple de séance en judo). L'objectif des ces séances serait un développement simultané du potentiel aérobie ainsi que de l'endurance musculaire locale. Ce type d'entraînement nécessite néanmoins une programmation réfléchie afin de solliciter de manière suffisante le potentiel aérobie du sportif tout en permettant une qualité optimale des séquences à dominante force. Pour plus d'informations vous pouvez vous référer aux ouvrages ou articles du CEP.

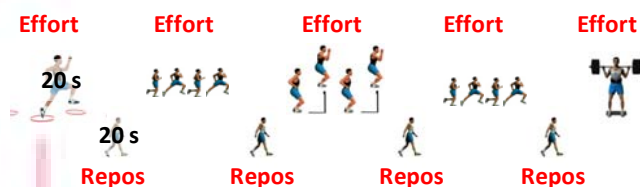


Fig. 3 : Exemple d'entraînement de type intermittent-force (20-20) alternant des séquences à dominante force et aérobie. Ces séquences sont alternées durant 7 à 10 minutes.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- **Interférence de l'entraînement aérobie sur le développement de la force surtout pour des charges permettant de développer l'endurance musculaire locale (8-10 RM).**
- **Pas d'interférence de l'entraînement de force sur le développement des qualités aérobie. La force peut même avoir des effets supplémentaires (par ex. économie de course).**
- **Laisser suffisamment de récupération entre les entraînements force et aérobie permettrait de limiter les interférences.**

BIBLIOGRAPHIE

- Docherty et Sporer (2000) Sports Med 30:385-94
 Garcia-Pallarès et coll. (2009) Eur J Appl Physiol 106:629-38
 Garcia-Pallarès et Izquierdo (2009) Sports Med 41:329-43
 Gergley (2009) J Strength Cond Res 23:979-87
 Hawley (2009) Appl Physiol Nutr Metab 34:355-61
 Hickson (1980) Eur J Appl Physiol 45:255-63.
 Paavolainen et coll. (1999) J Appl Physiol 86:1527-33
 Sale et coll. (1990) Med Sci Sports Exerc 22:348-56

Quelques études en cours (CEP / FFRugby) :

- Effet du délai entre les entraînements force/aérobie
- Effet du type d'entraînement d'endurance
- Fatigue lors d'une séance force/aérobie vs. aérobie/force

Les effets aigus des étirements sont-ils dépendant du niveau de souplesse ?

W. Bazine, N. Babault

Introduction.

A ce jour, la littérature scientifique montre régulièrement les effets négatifs des étirements sur la performance et plus particulièrement la production de force (effets aigus lors de l'échauffement par exemple). Néanmoins, dans certaines disciplines (par exemple : gymnastique), avoir une souplesse importante est fondamentale. Nous pouvons donc nous demander si le niveau de souplesse peut influencer les pertes de forces subséquentes aux étirements.

Méthodes.

18 sujets ont été testés sur ergomètre isocinétique sur les muscles ischio-jambiers. Le niveau de souplesse a tout d'abord été déterminé à partir de l'amplitude angulaire. Un protocole d'étirement statique (6x30s) a ensuite été réalisé. Avant, immédiatement après, 3 et 6 minutes après ce protocole d'étirement, la force maximale volontaire des muscles ischio-jambier a été évaluée. La corrélation entre le niveau de souplesse et la perte de force a ainsi pu être déterminée.

Résultats.

Après les étirements la force des ischio-jambier est significativement diminuée de $8,9 \pm 6,5\%$ par rapport à avant les étirements ($P < 0,05$). Six minutes après les étirements, la force développée est toujours significativement inférieure à la force produite avant les étirements ($-4,1 \pm 4,9\%$, $P < 0,05$). Les

résultats de cette étude montrent également une corrélation significative entre le niveau de souplesse et la perte de force (Fig. 1).

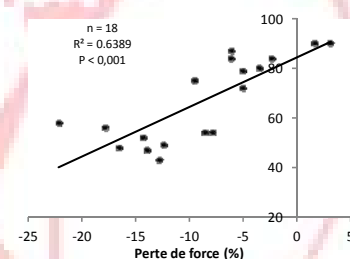


Fig. 1. Relation entre le niveau de souplesse (°) et la perte de force (%) engendrée par notre protocole d'étirements statiques (6x30s).

Discussion.

Réaliser des étirements statiques dans l'échauffement induit une réduction de la capacité de production de force maximale volontaire par l'intermédiaire de phénomènes nerveux et mécaniques (non mesurés ici). Cette diminution de force est néanmoins dépendante du niveau de souplesse initial. Les sujets souples semblent moins sensibles aux effets négatifs des étirements par rapport aux sujets raides. Les étirements statiques, placés en échauffement dans des disciplines nécessitant une souplesse importante, auraient donc moins d'effets négatifs. Dans les autres disciplines, ceux-ci sont à proscrire.

DU COTE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations

L'entraînement de la force explosive induit à court terme des adaptations nerveuses et mécaniques

Tillin NA et al., Exp Physiol. 2012; (sous presse)

Objectif.

Etudier les adaptations obtenues à court terme (4 semaines) suite à un entraînement de force explosive (contractions isométriques unilatérale explosive : ~1s).

Méthodes.

Sujets. 10 jeunes hommes actifs mais novices en musculation.
Entraînement. 4 séries de 10 contractions isométriques explosives (~1s de contraction maximale - 5s entre les contractions et 2 min entre chaque série). 4 entraînements par semaine pendant 4 semaines. Muscles extenseurs de la jambe.
Mesures. Force explosive (volontaire et évoquée), activité électromyographique (EMG), architecture musculaire (ultrasons)

Résultats.

Force explosive (Fig. 1). Amélioration >50% sur les 50ms de début de contraction volontaire. Amélioration >10% en volontaire sur les 100 et 150ms de début de contraction et lors des contractions évoquées par stimulation électrique.

EMG. Amélioration de la commande nerveuse surtout au début des contractions (lors des premières 50ms).

Architecture musculaire (Tableau 1). Seule la raideur du complexe muscle-tendon est significativement modifiée.

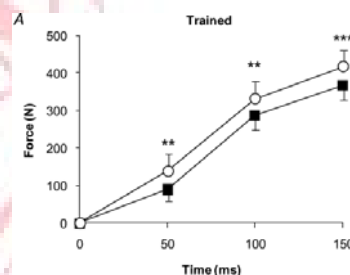


Fig. 1. Augmentation significative de la force après entraînement (blanc) au début des contraction.

Tableau 1. Effets de l'entraînement sur l'architecture musculaire et la raideur du complexe muscle-tendon.

Parameter	Trained leg	
	Pretraining	Post-training
MTU stiffness at 10-50% MVF ($N \text{ mm}^{-1}$)	460 ± 149	399 ± 130
MTU stiffness at 50-90% MVF ($N \text{ mm}^{-1}$)	520 ± 86	697 ± 103**
Muscle thickness (mm)	25.8 ± 3.5	27.5 ± 4.1
Fascicle angle (deg)	17.4 ± 3.2	18.0 ± 3.9
Fascicle length (mm)	87.6 ± 9.6	91.8 ± 12.2

Conclusion.

Cette étude montre que même après un entraînement de courte durée (4 semaines) des modifications nerveuses mais aussi musculaires peuvent être obtenues. L'entraînement de force explosive améliore la production de force explosive notamment grâce à une augmentation de raideur du complexe muscle-tendon.

DU COTE DES TERRAINS : Préparation Physique en Judo

Préparateur physique : Sylvain Frequelin

Préparation d'un judoka pour les Championnat de France 1^{ère} Division

Entraînements : 2 à 3 séances de préparation physique par semaine.

Objectif du cycle : Force

Comme dans toutes les disciplines sportives où l'endurance ne joue pas un rôle primordial (tel que le marathon par exemple), le travail de la force maximale est incontournable. Le but de ce travail est d'augmenter la performance (1 RM) sur différents exercices généraux ou analytiques (par exemple le développé-couché).

L'objectif de la préparation physique étant d'améliorer la performance sportive, nous avons également travaillé la force spécifique. Des exercices spécifiques ont ainsi été inclus au cours de ce cycle afin de réaliser un transfert de force du geste de musculation vers un geste spécifique judo.

Puis, avant la compétition nous avons axé les séances autour de l'endurance de force à partir de circuits intermittent-force (voir séance ci-dessous). La durée totale de l'intermittent présenté était de 8 minutes (durée approximative d'un combat de judo). Il était constitué d'une partie de travail général puis d'une partie randori en judo. On remarquera également que le temps de travail effectif était de 5 minutes soit la durée exacte d'un combat de judo. Nous avons également essayé de reproduire les temps de récupération d'un combat de compétition en alternant une récupération de 10 secondes (sortie de l'aire de combat) avec une de 30 secondes (replacement du kimono). Le temps de travail variait également (30 secondes ou 20 secondes). Ce type d'intermittent nous permettait de simuler un combat de judo à une intensité plus élevée qu'en compétition car le judoka avait pour consigne d'être au maximum de ses capacités durant les phases actives. Pour cela, nous avons utilisé 2 sparing partners qui ne faisaient que chuter.

Séance intermittent-force spécifique judo

Effort/Repos	Exercices et enchaînement...				
20"/10"	 20"	 10"	 20"	 10"	
30"/30"	 30"	 30"	 30"	 30"	
20"/10"	 20"	 10"	 20"	 10"	
30"/30"	 30"	 30"	 30"	 30"	
20"/10"	 20"	 10"	 20"	 10"	
30"/30"	 30"	 30"	 30"	 30"	

OPTO JUMP

next



MATSPORT TRAINING



L'Optojump est aujourd'hui un des outils de référence en terme d'évaluation, l'Optojump Next repousse les limites de l'analyse de la performance en offrant encore plus de possibilités d'expertise et de diagnostic...



L'analyse musculaire



L'analyse de la course



L'analyse de la Marche



L'utilisation sur tapis

new



Caméra



Trolley



Design



2 D



Wireless



Logiciel

MATSPORT 229 Allée Champrond -ZA La Batie 38330 Saint Ismier Tel : 04 76 52 53 60 FAX : 04 76 52 53 61

INFOS DIVERSES

Diplôme Universitaire de Préparation Physique session 2012-2013. Vous pouvez nous envoyer votre dossier de candidature. A télécharger sur notre site internet.

Soutenance de thèse de Carole Cometti le 20 avril 2012 : félicitations à notre nouveau docteur !

Le CEP partenaire de plusieurs boxeurs dont Billel Latreche (triple champion du monde espoir). Son prochain combat le 15 juin à Besançon contre Morrada Hakkar.

Plusieurs préparateurs physiques du CEP en déplacement en Afrique du Sud pour former des entraîneurs (début mai 2012).

Juin 2012 : le CEP dispense une formation sur la préparation physique organisée par la fédération française de volleyball dans le cadre de ses diplômes d'entraîneurs (EF2).

Certains membres du CEP se déplacent en congrès pour présenter les résultats de nos différentes études : *Physics and Sport* (école polytechnique), *European College of Sport Sciences* (Bruges)

A VOS AGENDAS

11 – 12 mai 2012 : Séminaire Endurance dans le cadre du Diplôme Universitaire de Préparation Physique *Gilles Cometti*.

8 – 9 juin 2012 : Séminaire Planification dans le cadre du Diplôme Universitaire de Préparation Physique *Gilles Cometti*.

LA NEWSLETTER DU CEP :

Centre d'Expertise de la Performance
Gilles Cometti -
UFR STAPS – Campus Montmuzard
– BP 27877
21078 Dijon Cedex

Rédaction/publication : Nicolas
Babault, Gaëlle Deley, Sylvain
Frequelin, Julien Robineau

PLUS D'INFORMATIONS :

consultez notre site internet
www.cepcometti.com

Vous souhaitez participer à notre
newsletter, contactez nous :
contact@cepcometti.com

Le CEP est une marque déposée.
Reproduction et/ou utilisation du contenu
de cette newsletter interdit sans
autorisation