



CLAIREFONTAINE
CENTRE MÉDICAL

PRÉPARATION PHYSIQUE - Fiche 2

LES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES



Véritable composante de l'entraînement, la préparation physique optimise la performance, la récupération et la prévention des blessures dans le but de développer les qualités physiques du sportif.

LES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

Voici une présentation concise des filières énergétiques, ainsi que des liens pouvant être établis entre elles afin de sensibiliser sur certaines notions telles que le continuum énergétique ou le rôle du lactate.

FILIÈRE DES PHOSPHAGÈNES (« ANAÉROBIE ALACTIQUE »)

La filière des phosphagènes est dominante dès le début de l'effort, en effet elle prend en charge la majorité de la production d'énergie. La réaction consiste en la phosphorylation de la phosphocréatine (PCr) et de l'ADP (Adénosine diphosphate) en ATP (Adénosine triphosphate) et en créatine (Cr), par l'intervention de l'enzyme créatine-phosphokinase :
 $ADP + PCr \rightarrow ATP + Cr$

La puissance de production énergétique de cette filière est très élevée, mais sa durée de prédominance est faible (3"-5"). Les facteurs limitants sont le manque d'oxygène et de

réserve énergétique. Les réactions chimiques s'effectuent au sein du cytoplasme cellulaire. (cf tableau des caractéristiques des différentes filières).

Il faudrait éviter le terme anaérobie car de l'oxygène situé dans la myoglobine est utilisé notamment pour la production de PCr et la resynthèse de l'ATP. Cette intervention montre que l'aptitude aérobie de l'athlète est essentielle dans la capacité d'expression de la filière des phosphagènes. En effet, le pouvoir oxydatif du muscle va être important, car plus les mitochondries sont efficaces, plus la resynthèse des PCr va être rapide et le maintien de l'intensité d'effort important.

De ce concept, nous pouvons déjà réaliser un premier lien entre les différentes filières et l'interdépendance qu'elles peuvent avoir entre elles.

Appliqué à l'entraînement, on peut affirmer que le développement des qualités maximales aérobies (VMA-PMA...) va être important dans la capacité de l'athlète à répéter des efforts brefs et très intenses ; ce qui est une des qualités primordiales de l'athlète moderne, notamment dans les sports collectifs.

FILIÈRE GLYCOLYTIQUE (« ANAÉROBIE LACTIQUE »)

La filière glycolytique prend le relais des phosphagènes dans la dominance de production énergétique. Cette filière se met en route dès le début de l'effort. Les caractéristiques de cette filière sont détaillées dans le tableau ci-joint. Elle se base sur la glycolyse (dégradation du glucose) pour produire de l'énergie et sur la glycogénolyse (qui représente la dégradation du glycogène) pour mettre à disposition les réserves glucidiques aux cellules. L'hydrolyse de l'ATP produit des catabolites (AMP, calcium, ADP ...) activant les enzymes indispensables à la création de pyruvate par le glucose et le glycogène.

Lors des réactions de glycolyse, des protons H^+ sont créés et sont soit pris en charge par les NAD (recyclé par le phénomène d'oxydo-réduction) soit libérés dans le cytosol de la fibre musculaire provoquant une hausse de l'acidité intracellulaire et limitant alors l'action de certains enzymes et donc la poursuite de la glycolyse.

Le fonctionnement de la mitochondrie limite le nombre de protons pouvant être pris en charge en fonction de l'efficacité des enzymes. A un certain niveau de production de pyruvates, la mitochondrie n'est plus en mesure d'absorber les H^+ transportés par les NAD.

Les NAD ne se libérant plus de leur H⁺, ils ne peuvent plus aider à la poursuite de la glycolyse. C'est à ce moment que les NAD vont transférer les H⁺ au pyruvate pour créer du lactate afin d'éviter la hausse de l'acidité intracellulaire. Les NAD sont alors de nouveaux disponibles pour la glycolyse. Le lactate sera quand à lui pris en charge par la filière aérobie, voici encore un lien établi entre les diverses filières. Le facteur limitant principal de la glycolyse est l'inertie de l'O₂ au niveau mitochondrial, ainsi que la quantité d'enzymes (LDH) permettant la création de lactate par l'intermédiaire du pyruvate.

FOCUS SUR L'ACIDE LACTIQUE

Le lactate ne cause pas tous les maux qu'on lui reproche, il est un substrat utile à la production énergétique. Il permet la poursuite de la glycolyse par la prise en charge des H⁺ non absorbés par la mitochondrie. Le lactate sera alors utilisé par la filière aérobie comme substrat pour le cœur, le foie, les muscles notamment par les fibres lentes (par sa réversibilité en pyruvate) ou encore le cerveau.

Selon certaines études, le lactate jouerait même un rôle antioxydant, dans la protection face à la fatigue et dans la captation du potassium K⁺ (influence sur la perturbation de la membrane). Le lactate s'accumule dans le cytosol cellulaire à l'effort et est consommé par les différents organes musculaires (Fibres I) et mitochondriaux (MCT4). En effet, le lactate est pris en charge d'une part par les navettes MCT4 (Mono Carboxylate Transporter) qui amène le lactate de la cellule vers le milieu interstitiel pour le dissoudre, et de l'autre par les MCT1 qui ramène le lactate dans le muscle pour produire de l'énergie.

L'entraînement va rendre les MCT4 plus sensibles à la production de lactate. Plus la présence de lactate est importante, plus l'athlète est performant. Ce sont plutôt les protons H⁺ non pris en charge par les NAD qui créent de l'acidité et donc le déséquilibre homéostatique.

FILIÈRE OXYDATIVE (« AÉROBIE »)

La voie oxydative est donc la troisième filière énergétique. Elle aussi est active dès le début de l'effort, mais n'est efficace qu'à partir de 2-3' (temps de latence du transport d'oxygène et de la mise en marche des processus aérobie). Elle utilise divers substrats : lipides,

glucides, protéines en fonction de l'intensité de l'effort et de la durée de l'exercice. Elle est la filière dominante des épreuves de longue durée dit « d'endurance ».

C'est l'entrée du pyruvate au sein de la mitochondrie qui déclenche le processus aérobie composé par diverses séries de réactions :

cycle de krebs : au sein duquel le pyruvate se transforme en acétyl-coenzyme A (décarboxylation) afin de produire de l'ATP, du NADH, du FADH et du CO₂.

chaîne de transport des électrons ou chaîne respiratoire : qui permet de libérer l'énergie contenue dans les NADH et les FADH sous forme d'ATP.

L'oxygène intervient à la fin de ces processus afin de permettre la resynthèse de la PCr dans le but de reproduire de l'ATP et ses seuls déchets sont du CO₂ et de l'eau.

SYNTHÈSE

Toutes les filières se mettent en route dès le début de l'effort mais avec des dominantes en fonction du temps. Lors de la prédominance des phosphagènes, la voie oxydative sert à la resynthèse du PCr et suite à celle de la glycolyse elle va prendre en charge le lactate produit. Il existe donc bien une interdépendance des filières entre elles.

En résumé, les phosphagènes produisent l'énergie au début de l'effort, le temps que l'oxygène soit acheminé jusqu'à la mitochondrie dans la cellule. Les stocks de ATP-PCr diminuent, la glycolyse prend alors la main avec la glycogénolyse engendrant du lactate et surtout des H⁺. La voie oxydative devient alors dominante avec l'utilisation importante de glucides, d'acides gras libres et d'oxygène produisant comme seuls déchets du CO₂ et de l'eau. Cette filière étant aussi utilisée pour resynthétiser les phosphagènes et utiliser le lactate, suite au travail des deux autres filières.

On peut donc parler d'un continuum énergétique avec une interrelation fine et non compartimentée entre les filières, ainsi qu'une contribution collective à tout moment de l'effort. Ceci peut être illustré par la capacité à sprinter à la fin d'une course de cyclisme ou de triathlon de plusieurs heures, ainsi que la part « d'aérobie » dans la performance sur 100m.

Crédit photo chapeau : archivesFFF - AFP

RETROUVEZ TOUTES NOS FICHES
www.cnf-centre-medical.com