

DEVELOPPEMENT DES SYSTEMES ENERGETIQUES

Le 19 Octobre 1998

1^{er} Cours

{LICENCE 98-99. (C2C-M2). Cours de Hugue PORTIER}

PRESENTATION.....	2
1. EVALUATION ET DEVELOPPEMENT DE LA CAPACITE AEROBIE.....	2
<u>1.1. Caractéristiques</u>	<u>2</u>
<u>1.2. Définition</u>	<u>2</u>
<u>1.3. Les facteurs limitants.....</u>	<u>3</u>
2. APPRECIATION DE LA CAPACITE AEROBIE.....	3
<u>2.1. Définition et critères de VO₂ max.....</u>	<u>3</u>
<u>2.2. Différents tests pour évaluer VO₂ max</u>	<u>4</u>
2.2.1. Les tests rectangulaires.....	4
2.2.2. Les tests triangulaires.....	4
2.2.3. Les tests mixtes.....	5
3. BUT DE L'UTILISATION DU TEST DE VO₂ MAX.....	5
<u>3.1. Amélioration de VMA</u>	<u>5</u>
<u>3.2. Sous VMA.....</u>	<u>5</u>
<u>3.3. Repère des pourcentages d'entraînement.....</u>	<u>6</u>

PRESENTATION

L'être humain dispose de trois systèmes susceptibles de lui fournir l'énergie nécessaire à ses fonctions à partir des substrats énergétiques.

Ces trois systèmes sont :

1. Le système anaérobie alactique ou ATP-PC.
2. Le système anaérobie lactique ou glycolyse qui met en jeu la dégradation du glucose et produit de l'acide lactique.
3. Le système aérobie à partir de l'oxygène et qui peut utiliser des lipides pour les exercices de faible intensité, du glucose pour des exercices de haute intensité et des protides en cas de déplétion importante.

1. EVALUATION ET DEVELOPPEMENT DE LA CAPACITE AEROBIE

Le carburant qui permet la dégradation des substrats énergétiques est l'oxygène. Son utilisation permet des exercices qui vont de la faible intensité à VO_2 max.

1.1. Caractéristiques

Mise en jeu lors :

- d'efforts prolongés,
- permet d'accroître les charges d'entraînement notamment lors des entraînements de type anaérobie,
- meilleure faculté de récupération.

1.2. Définition

Selon CAZORLA : "quantité totale d'énergie disponible et susceptible d'être libérée par le voie oxydative. Elle dépend essentiellement des réserves de glucides, de lipides et à la capacité de l'organisme de les utiliser avec de l'oxygène".

Cela nous amène à l'équation de FICK :

$$VO_2 = Qc \times d(A-V)O_2$$

où :

- $Qc = Fc \times VES$,
- A = contenu des artères en O_2 ,
- V = contenu des veines en O_2 .

1.3. Les facteurs limitants

- la Fc importante,
- $d(A \times V)$ = capacité des capillaires et des artéioles à apporter l'oxygène ----> amélioration du nombre de capillaires,
- capacité vitale au niveau des poumons donc amélioration du pourcentage de remplissage des poumons,
- quantité d'hémoglobine,
- nombre et taille des mitochondries.

L'entraînement peut améliorer :

réseau des capillaires,

taille et nombre des mitochondries,

VES = relativement peu.

2. APPRECIATION DE LA CAPACITE AEROBIE

Test de VO_2 max ---> PMA OU VMA. Ce qui correspond à l'activité maximale aérobie.

On peut définir les notions suivantes :

- Le temps limite, (V. BILLAT) c'est à dire la capacité à maintenir le plus longtemps à VO_2 max. Tenir longtemps à VO_2 max est un bon indicateur du système anaérobie en terme de qualité.
- Le temps de soutien à un pourcentage proche de VO_2 max.

Au-delà de VO_2 max, la concentration en acide lactique devient très supérieure à l'augmentation de la vitesse.

2.1. Définition et critères de VO_2 max

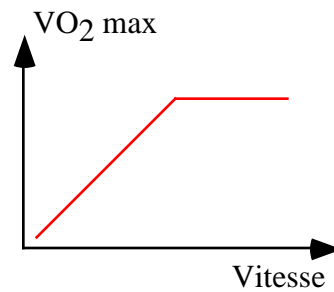
Lorsque l'exercice produit atteint des limites pour lesquelles tout l'oxygène disponible au niveau des cellules musculaires est utilisé, on dit que l'athlète a atteint sa PMA. Le terme VO_2 max peut-être aussi usité mais c'est une donnée purement physiologiste.

La PMA ou VO_2 max est donc la quantité maximale d'absorption de l'oxygène.

Elle se définit par quatre points :

- la Fc max (régulé par système sympathique et parasympathique ainsi qu'hormonale) ;
- la concentration en acide lactique :
9 mmole par litre de sang
- suivant les auteurs :
12 mmole par litre de sang

- en labo par obtention du QR : $QR > 1$ ce qui implique une production massive d'ions H^+ d'où une élévation du seuil ventilatoire.



A VO_2 max on obtient un plateau pour lequel la consommation d'oxygène ne peut augmenter. Chez des athlètes hautement entraînés, le plateau peut être maintenu jusqu'à une dizaine de minutes.

Attention : les tests sur piste produisent des contraintes comparativement à ceux effectués en laboratoire (aérodynamisme, température etc...), il faut donc retirer 1 km/h pour une vitesse de course à pieds établit à 20 km/h. La Fc max sur cyclo est souvent sous-estimée.

2.2. Différents tests pour évaluer VO_2 max

L'idéal sont les tests en laboratoire.

Sur le terrain, on peut utiliser trois types de tests.

2.2.1. Les tests rectangulaires

La vitesse reste constante et on mesure la distance parcourue comme le test de COOPER. Cependant, le test de COOPER ne peut pas définir la VMA exacte et il faut bien se connaître pour rester régulier durant la course.

2.2.2. Les tests triangulaires

La vitesse est croissante et la course continue comme le Luc LEGER.

Il existe deux protocoles :

de 0,5 km/h toutes les minutes

de 1 km/h toutes les 2 minutes

La VMA est obtenue au dernier palier.

Pour les paliers à deux minutes :

- Si à 20 km/h les deux min sont effectuées ---> OK
- Si à 20 km/h on s'arrête à 1'15" alors on prend le palier inférieur.

$$\text{VO}_2 \text{ max} = 0,2 \times V + 3,5$$

2.2.3. Les tests mixtes

Consiste à courir sur des paliers de 3 min avec augmentation de 1 km/h et arrêt de 1 min.

Ce genre de tests permet des :

- enregistrement cardiaques
- prélèvement de lactates

Cependant, il surévalue la VO_2 max car l'athlète a le temps de récupérer durant son temps d'arrêt.

3. BUT DE L'UTILISATION DU TEST DE VO_2 MAX

Il est clair que ces tests ont pour fonction de nous renseigner sur la VMA ou la PMA d'un sujet.

3.1. Amélioration de VMA

Pour améliorer VMA, il faut :

travailler au-dessus du seuil critique,

augmenter le temps limite,

améliorer sa technique, notion de rendement = rapport quantité de travail / énergie consommée.

3.2. Sous VMA

Production d'acide lactique moins importante donc l'exercice peut être maintenu plus longtemps.

- Moins de 75% = lipides
- A 75% - 80% de VMA = lipides et glucides
- A 80% et + = glucides

Avec de l'entraînement, on consomme plus de lipides au début, donc on produit moins de lactates et on épargne le stock de glycogène. Cette donnée est très importante pour des sports comme le marathon.

1 gramme de glucose = 686 kcal,

1 gramme de lipide = 9,3 kcal.

En générale et pour un marathonien bien entraîné :

- la 1^{er} heure = lipides

□ la 2^e heure = glucides.

3.3. Repère des pourcentages d'entraînement

De 60 à 75% de VO_2 max, on travaille la capacité aérobie.

De 80 à 100% de VO_2 max, on travaille la puissance aérobie (commence à accumuler les lactates).

C'est aussi à ces pourcentages que l'on travaille le mieux la gestion du glycogène (< à 95%). Au-dessus ce sont des entraînements pour le travail du seuil anaérobie.

Pour les cyclistes, on a remarqué qu'au-delà 20 min, il existait une dérive du VO_2 max, si bien qu'à 95% ou à 100% de VMA, on est à la même VO_2 max.

Au delà de 100%, passage sur le système anaérobie avec production massive d'ions H^+ . Entraînement intéressant pour la contribution oxydative lors de la récupération. Cependant, ce travail a pour objectif de solliciter la puissance anaérobie lactique en particulier.