

PREPARATION PHYSIQUE DU MARATHONIEN

Comment améliorer son rendement mécanique



21ème Colloque Médico-Sportif du Médoc

Vendredi 09 Septembre 2011

Château Grand-Puy-Ducasse Pauillac

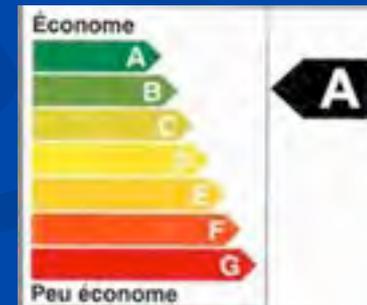
Marc TOUZELLIER



DEFINITIONS

Approche générale de la notion de rendement :

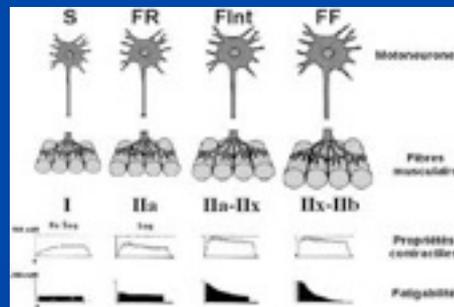
L'efficiencia du coureur est étudiée à partir de la notion de rendement de l'activité qui représente le rapport entre le travail mécanique produit et l'énergie métabolique consommée.



Le rendement musculaire :

Ce rendement représente le rapport entre le travail réalisé par le muscle sur une période donnée et l'énergie libre issue des réactions chimiques pendant cette même période. Il résulte aussi du rendement de la transformation des substrats énergétiques en énergie utilisable par le muscle (environ 60%) et du rendement de la transformation de l'énergie libérée par l'hydrolyse de l'**ATP** en énergie mécanique nécessaire aux glissements des filaments musculaires (environ 50%).

Lors de la contraction musculaire **concentrique**, le rendement maximal (R_{max}) dépend de la vitesse (v) de raccourcissement du muscle ($R_{max} = 0.3v_{max}$) (1) et d'autre part de la possibilité pour le muscle de réutiliser l'énergie stockée préalablement dans ses structures (2).



La relation entre le rendement musculaire et la vitesse de contraction du muscle est plus complexe. Elle dépend principalement du recrutement des différentes fibres musculaires (3). Les vitesses de contraction associées à un rendement optimal varient en fonction de la proportion de fibres recrutées (4).

Le mouvement cyclique se traduit au niveau du muscle par la succession d'un étirement et d'un raccourcissement. L'optimisation de ce cycle est classiquement citée comme un des principaux facteurs d'amélioration du rendement musculaire (2, 5, 6). En phase d'étirement l'énergie mécanique est stockée, elle est relâchée en phase de contraction (2).

Le rendement à l'échelon de l'organisme :

2 types

- le rendement mécanique (7)
- le coût énergétique (8) difficile à intégrer tant les variations sont nombreuses.

Le rendement mécanique de la locomotion :

Différents modèles de calcul du travail mécanique sont proposés.

2 grandes tendances (7, 9, 10, 11)

- 1 fondée sur la mesure des variations des composantes énergétiques mécaniques liées au déplacement du centre de masse. Les mesures sont réalisées sur plate forme de force accompagnée souvent d'analyse de mouvements.
- 2 repose sur la mesure des variations d'énergie de chaque segment énergétique complet entre les segments.

Problème : différence de résultats de 10% entre les méthodes.

Le CE (coût énergétique) de la locomotion

Egale à la quantité d'énergie dépensée par unité de distance (8) ; Le mode de calcul le plus utilisé est celui de di Prampero (12) $Cr = (VO_2 - VO_2 \text{ repos}) / \text{vitesse (m/s)}$.

L'ensemble de ces calculs repose sur le postulat : linéarité parfaite de la relation $VO_2 - \text{vitesse}$. Ceci fonctionne pour des vitesses comprise entre 50 et 80% de VO_{2max} .

La baisse du coût énergétique est bien entendu due

- à l'amélioration des processus bioénergétiques consécutif à l'entraînement, grâce aux processus mis en place par tout marathonnier :

- Séance de course longue

- Séance "aux seuils"

- Séance de PMA

- Séance de Fartleck ou jeu de vitesse,

- mais également et cela est moins usuel, à l'amélioration des processus biomécaniques et donc du rendement mécanique.

La capacité du coureur à dépenser moins d'énergie pour une vitesse de déplacement identique est un paramètre pertinent de la performance. Mais avec la durée de l'exercice, l'apparition de la fatigue peut-être à l'origine d'une altération du rendement énergétique.

Les études sur l'apparition de la fatigue durant l'exercice exhaustif ne sont pas toutes unanimes quand à leurs conséquences sur le CE :

Hauswirth & al (13) + 15% CE à la fin du marathon. Idem pour Barley et Pate (14). Cause : déplétion glycogénique importante et hausse de l'oxydation des acides gras libres qui pourrait augmenter la consommation d'O₂.

Brueckner & al (15) + 5%.

D'autres auteurs expliquent cette dérive par l'augmentation de la température corporelle.

Comment alors améliorer son rendement mécanique et donc baisser le coût énergétique de son épreuve ou du moins permettre une vitesse de déplacement plus importante à coût énergétique identique ?



LA PPG (préparation physique générale) ET LA PPS (préparation physique spécifique)

LA PPG (préparation physique générale) au marathon

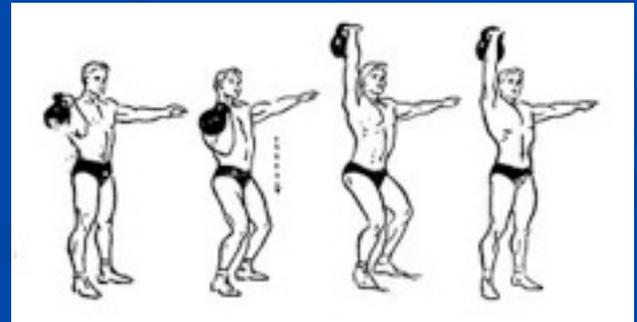
L'objectif de la PPG est de renforcer de façon équilibrée et globale tout le système musculaire, articulaire et tendineux du coureur afin de mieux supporter les formes de travail plus intensives et plus spécifiques à la course (éviter les blessures).

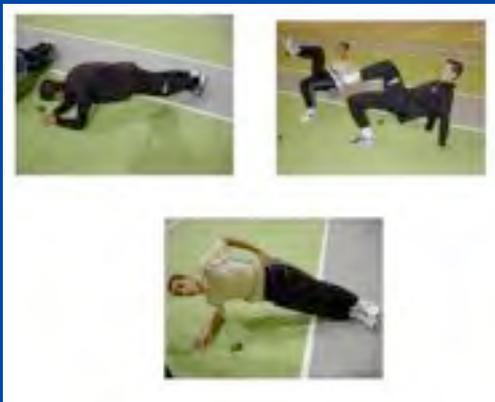
La PPG s'adresse à tous les groupes musculaires (bas et HAUTS du corps).

Les différentes formes de travail en PPG

- Travail de renforcement de la ceinture abdominale : abdominaux et dorsaux...
- Travail de gainage : il s'agit de postures à maintenir 3 à 4 X 30" et plus selon le niveau du coureur.
- Travail avec medecine-ball surtout utilisé pour le renforcement de la ceinture abdominale et du haut du corps.
- Travail de musculation classique avec ou sans charge (1/2 ou 1/4 de squatt, développé couchés, mouvement globaux etc...)
- Travail de proprioception, équilibre pour prévenir les blessures.







A quels moments programmer la PPG ?

Les exercices de PPG doivent être pratiqués toute l'année.

Ils sont à programmer en dehors des séances de qualité en course à pied et des footing de récupération et doivent être précédés d'un bon échauffement des groupes musculaires qui vont être mis à contribution. Ils doivent également être suivis d'une bonne séance d'étirement lors de la phase de récupération.

Le but n'étant pas de prendre du poids (trop difficile ensuite à trainer lors du marathon) les séances de musculation auront pour objectif d'améliorer la force et l'endurance et non une prise de volume.



LA PPS (préparation physique spécifique) au marathon

Cette préparation est qualifiée de spécifique car elle utilise des formes de travail proche du geste du coureur. Elle se programme après un travail de PPG conséquent.

Ce travail de PPS contribue à rendre la foulée du coureur plus efficace et doit être dans la mesure du possible effectué sur sol souple, pelouse, piste en cendrée ou synthétique, terrain stabilisée en évitant les sols durs, routes etc....

Il est important d'insister sur l'apprentissage des gestes justes avant d'enchaîner les répétitions et les séries d'exercices. Ce n'est que quand la technique est acquise que l'on peut augmenter la charge de l'entraînement.

Les différentes formes de travail de la PPS

1- Exercices éducatifs foulées bondissantes, montées de genoux...

Ex 1 : Mettre en place des ateliers éducatifs avec plots, lattes, cerceaux, haies basses...) que le coureur doit parcourir en foulées bondissantes, montées de genoux....

Le coureur effectue un certain nombre de répétitions de chaque atelier selon son niveau. La récupération se fait soit en marchant soit en trottinant.

EX 2 : Sur un stade (piste, terrain de football) enchaîner 50m de montées de genoux, 50m de foulées bondissantes, 50m de footing...combinaisons multiples.

Le coureur alterne les périodes de travail et de récupération. Par exemple 4 x 5' de PPS avec 3' de récupération en footing tranquille. La distance de travail peut varier aussi.





2- Montées de marches

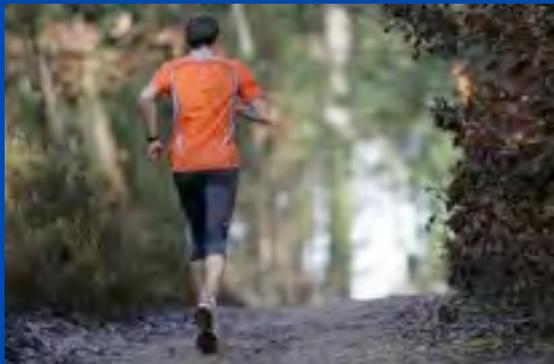
Utiliser les gradins du stade, les marches d'un long escalier en ville, d'un parc public... Il s'agit alors d'enchaîner des montées et descentes en imposant différentes contraintes au coureur, à cloche-pied, pieds joints, jambes tendues, en montant les genoux, en réduisant le temps de contact du pied au sol. La consigne peut varier d'une répétition à une autre. Le coureur enchaîne ainsi un certain nombre de séries (3 à 4') entrecoupées de récupérations de 3 à 4' en footing lent. Une bonne récupération permet au coureur de garder une bonne coordination au niveau du geste.



C- Travail en côtes

Ex 1 : Choisir une côte de 150-200m avec pourcentage permettant de garder une foulée dynamique. Celle-ci doit être proche de la normale. Important de bien “se placer” et de rechercher une poussée efficace de la jambe arrière. Après 20 à 30’ de footing d’échauffement, le coureur effectue 8 à 20 répétitions en 1 seule fois ou plusieurs séries. La récupération s’effectue par un retour en footing léger vers le bas de la côte. Cette séance remplace périodiquement la séance de VMA courte.

Ex 2 : Choisir un parcours avec 10 à 12 côtes différentes. Prévoir une récupération de 2 à 3’ en footing lent entre les côtes et finir par 15’ de footing tranquille. Ce type de travail s’apparente à un travail en fartleck.



D- Circuits “tout terrain”

En faisant fonctionner son imagination il est possible d'utiliser la configuration du lieu d'entraînement pour proposer des circuits proposant différents type :

- de sols (pelouse, stabilisé, piste, sable...)
- d'obstacles à franchir (mini-haies, tapis de saut en hauteur...)
- de marches ou petites buttes à franchir
- de virages + ou – serrés (changements de vitesse, relances).

La durée du circuit sera comprise entre 3 et 4'. Le coureur enchaînera 3, 4, 5... fois le circuit en fonction de son niveau. Entre chaque circuit footing lent de 2 à 3'.



Volume de la séance de PPS

Le volume varie selon la période où est proposée la séance et selon le niveau du coureur (10 à 20'). Il faut surtout garder une certaine fraîcheur physique afin que le geste soit de qualité (bon placement, appuis dynamique...) il est donc nécessaire d'adapter la séance au niveau de chacun. La notion de progressivité est impérative.

A quels moments programmer la PPS?

Après quelques séances de PPG. Ensuite elle peut très bien suivre une séance de PPG qui insisterait plus sur le développement du haut du corps, des abdominaux et dorsaux.

Elle doit être présente lors du développement fondamental de début de saison mais aussi tout au long de l'année afin d'entretenir les qualités acquises lors de la phase de développement. Son volume devient alors moins important.

Conclusion

- Tout coureur de marathon passe un grand nombre d'heure à l'entraînement en plus de leurs compétitions. Si la course d'endurance est fondamentale pour progresser il faut bien se rendre à l'évidence qu'il est tout aussi indispensable de varier son entraînement et de faire travailler également d'autres qualités que celles que l'on qualifie de physiologiques. La PPG et la PPS y contribuent largement.
- La variété est un vrai bol d'oxygène physique mais, et surtout, également mental : Qu'est-ce que l'accomplissement d'un marathon pour tout pratiquant sinon une victoire avant toute chose sur lui-même ?



EN TOUTE CIRCONSTANCE GARDONS LA TETE FROIDE

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Xu F, Montgomery DL. Effect of prolonged exercise at 65% and 80% of Vo₂max on running economy. *Int. J. Sports Med.* 1995, 16 : 309-15
- 2 Alexander RMN. Energy saving mechanism in walking and running *J. Exp Biol.* 1991; 160 : 55-69
- 3 Sargent AJ. Human power output-determinants of maximum performance. In : Marconnet P, Saltin B , Poortmanns J, eds. *Human muscular function during dynamic exercise. Med. Sport Sci.* 1996, 41 : 10-20
- 4 Sargeant AJ, Beelen A. Human muscular fatigue in dynamic exercise. In: Sargeant AJ, Kernell D, eds. *Neuromuscular fatigue. Amsterdam : Royal Netherland Academy of arts and sciences, 1993 p81-92*
- 5 Cavanagh PR, Kram R. The efficiency of human movement A statement of problem. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1985a 17 : 304-8
- 6 Cavanagh PR, Kram R. Mechanical and muscular factors affecting the efficiency of human movement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1985b 17 : 326-31
- 7 Kaneko M. Mechanics and energetics in running with special reference to efficiency. *J. Biomechanics* 1990, 23 : 57-63
- 8 Di Prampero. The energy cost of human locomotion on land and in water *Int. J. Sports Med.* 7 : 55-72
- 9 Van Ingen Schenau G, Cavanagh PR. Power equations in endurance sports. *J. Biomech.* 1990, 23 : 865-81
- 10 Williams KR, Cavanagh PR. A model for the calculation of mechanical power during distance running. *J. Biomech.* 1983, 16 : 115/28
- 11 Winter DA. Kinematic and kinetic patterns in human gait : variability and compensating effects. *Hum. Mov. Sci.* 1984; 3 : 51-76
- 12 Woledge RC, Curtin NA, Homsher. *Energetic aspect of muscle contraction. London Academic Press 1985*
- 13 Hauswirth C, Bigard A.X. & al. Variability in energy cost of running at the end of a triathlon. *Eur. J. Appl. Physiol.* 73 : 440-445
- 14 Bailey S, Pate R. Feasibility of improving running economy *Sports Med.* 1991; 160 : 55-69
- 15 Brueckner JC, Atchou G, Capelli C, Duvallet A, Jousselin E, Rieu M. The energy cost of running increases with the distance covered. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1991; 62 : 385-9