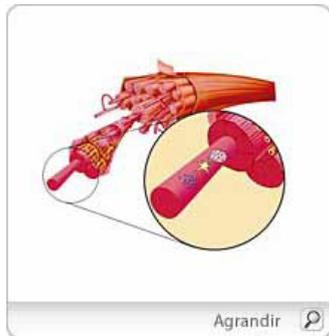


Sous la loupe: le muscle en mouvement

Accueil > Actualités > Dossiers



- ⊕ [L'effort musculaire décortiqué](#)
- ⊕ [La production d'énergie](#)
- ⊕ [Trois coureurs, trois mécanismes énergétiques](#)
- ⊕ [Les douleurs musculaires](#)

Comment les muscles – véritables moteurs de l'activité sportive – réagissent-ils pendant l'effort? De quoi sont-ils composés et à quelles lois obéissent-ils? Portrait « intimiste » de ces artisans du mouvement.

Par Martin LaSalle

L'effort musculaire décortiqué

Rattaché au squelette par des tendons, le muscle est constitué de milliers de cellules de forme allongée, appelées fibres musculaires. Ces fibres sont regroupées en paquets ou faisceaux, un peu comme l'intérieur d'un câble d'acier qui contient plusieurs centaines de fils.

Si l'on observait une fibre musculaire au microscope, on apercevrait des filaments minuscules, dans lesquels prennent naissance les contractions musculaires : dans chacune de nos fibres logent deux protéines spécialisées, l'actine et la myosine, qui ont la propriété de pouvoir se contracter et se relâcher.

En se contractant ou se relâchant, elles « glissent » les unes sur les autres et font ainsi bouger le muscle. Pour entreprendre cette action, les fibres musculaires ont besoin d'une « bougie d'allumage », à l'instar des véhicules moteurs. Cependant, une seule « marque » de « bougie » fonctionne dans nos cellules musculaires : l'ATP, ou [adénosine triphosphate](#).

La production d'énergie

Dès qu'il est question de consommation d'énergie par le corps, l'ATP entre en jeu. **L'ATP** est un acide aminé à haut potentiel énergétique qui, après avoir capté l'énergie libérée par la dégradation des glucides, la libère sous l'effet d'enzymes, selon les besoins de l'organisme.

Chaque cellule musculaire renferme une certaine réserve d'ATP; c'est ce qui nous permet d'agir promptement et avec force, par exemple en situation d'urgence ou d'effort momentané. Cependant, cette réserve naturelle est limitée et se consomme en seulement deux ou trois secondes.

Heureusement, les muscles contiennent d'autres types de réserves pour tenir le coup plus longtemps : la créatine phosphate et le glycogène.

La **créatine phosphate (CP)** est un composé riche en énergie qui produit aussi de l'ATP. Grâce à sa présence dans les cellules musculaires, un effort intense peut être prolongé jusqu'à 15 secondes. Ensuite, le **glycogène** prend la relève : en se scindant, cette molécule de sucre présente dans les muscles et le foie produit à son tour de l'ATP.

Ces deux premiers types de production d'énergie (l'ATP-CP et l'ATP-glycogène) s'effectuent en **mode anaérobie**, c'est-à-dire sans apport d'oxygène. Lorsqu'ils fonctionnent selon l'un ou l'autre de ces deux modes de production énergétique, nos muscles peuvent soutenir un effort intense pendant 90 secondes au maximum.

Au-delà de ce délai, nos muscles pourront maintenir un effort moindre, mais soutenu, en produisant l'ATP en **mode aérobie**, c'est-à-dire en présence d'oxygène.

Trois coureurs, trois mécanismes énergétiques

Selon le type de sport qu'il pratique, un athlète peut compter sur trois mécanismes de production différents d'énergie (ATP) pour se mettre en action : ATP-CP, ATP-glycogène et ATP-oxygène. Voyons comment fonctionne chacun de ces trois mécanismes qui, au demeurant, peuvent se chevaucher selon le type d'effort commandé au muscle.

Le sprinter de 100 mètres

- La performance qu'il livre ne dure guère plus de dix secondes.
- Pratiquement toute l'énergie dont il a besoin se trouve déjà dans ses muscles, sous forme d'ATP et de créatine phosphate (CP).

- Les muscles se serviront donc de ces ressources sans apport d'oxygène (en mode anaérobie).
- Au cours des deux à trois premières secondes, les muscles « brûlent » l'ATP emmagasiné et immédiatement disponible et, pour le reste de la course, c'est la CP qui prend la relève et produit l'ATP.
- Si les réserves d'ATP-CP sont épuisées avant la fin du sprint, les muscles font appel au glycogène, mais toujours en mode anaérobie.
- Une petite quantité d'acide lactique est alors produite.

Le coureur de 800 mètres

- Tout comme le sprinter, il utilisera toutes ses réserves d'ATP-CP au cours des 10 à 15 premières secondes de la course.
- Comme ces réserves commencent à s'épuiser, les fibres musculaires font appel au glycogène stocké dans le muscle pour le transformer en ATP.
- Cette transformation de molécules de sucre sans apport d'oxygène (en mode anaérobie) produit de l'acide lactique qui, peu à peu, rend le mouvement plus difficile.
- C'est pourquoi une partie de l'entraînement du coureur de pointe vise à accentuer son endurance à l'acide lactique.
- Puisque la course dure plus de 100 secondes, le mécanisme à oxygène (aérobie) contribue également à la production d'énergie.
- Le muscle continue à utiliser les molécules de glycogène, mais leur transformation se fera grâce à l'oxygène contenu dans le sang.

Le marathonien

- Certes, le marathonien fera appel aux deux mécanismes anaérobiques – notamment sur le coup de départ, durant certains dépassements et encore pendant le sprint final –, mais l'énergie qu'il utilisera proviendra essentiellement du système à oxygène.
- Ce système est plus lent que les deux autres, puisque les éléments nécessaires à la production d'énergie viennent de sources extérieures aux muscles, dont le foie.
- S'il est plus lent, le mode aérobie procure cependant au marathonien tous les éléments nécessaires à la production d'énergie : le flux sanguin véhicule vers le muscle de l'oxygène, du glucose, de même qu'un nouveau type de carburant, le gras, sous forme de lipides.
- Pendant le trajet, le marathonien modulera l'intensité de son effort. Lorsque celle-ci sera faible, ce seront surtout les lipides qui serviront à produire l'énergie. Inversement, l'énergie requise pour un effort plus intense sera fabriquée à partir du glycogène. Les boissons énergétiques qu'il avale en cours de route sont, notamment, un renfort de glucose.

Des mécanismes superposés

De façon générale, nos muscles font appel aux trois mécanismes de production d'énergie (ou d'ATP), durant la pratique d'une activité sportive. À titre d'exemple, au cours d'un match de basket-ball ou de hockey, les trois systèmes se superposent pour fabriquer de l'ATP : pendant un saut ou un lancer, les muscles font appel au mode ATP-CP; si l'on suit un adversaire de près pendant plusieurs secondes, c'est le mode glycogène anaérobie qui agit; et, naturellement, le système à oxygène fonctionne pour l'ensemble de la durée du match.

Les douleurs musculaires

L'athlète peut ressentir des douleurs musculaires soit pendant un effort intense, soit après.

Pendant un effort intense, la sensation de lourdeur et de fatigue extrême qu'il ressent provient d'une accumulation d'acide lactique. Cet acide est le produit de l'utilisation du glycogène en l'absence d'oxygène (ou mode anaérobie). Lorsque l'acide lactique s'accumule dans le tissu musculaire, il s'ensuit une production accrue d'ions d'hydrogène qui finit par affecter la performance du muscle.

En effet, lorsqu'un muscle est soumis à un effort intense pendant plus ou moins 60 secondes, la contraction en vient à limiter la circulation sanguine vers celui-ci. Privé de l'oxygène que véhicule le sang, le muscle continue à « brûler » le sucre qu'il lui reste. Cette consommation anaérobie produit alors de l'acide lactique, réputé pour perturber la contraction musculaire.

Pour poursuivre l'exercice physique lorsque les muscles actifs sont « gorgés » d'acide lactique, il faudra réduire l'intensité de l'effort pour que le muscle se délie et permette au sang d'y circuler de nouveau. En contact avec l'oxygène, l'acide lactique sera alors transformé en dioxyde de carbone et en eau. Ainsi recyclé, l'acide lactique sera en partie converti en énergie puisqu'il entre dans la production de nouvelles molécules d'ATP.

Par ailleurs, les douleurs musculaires ressenties **après l'effort** (jusqu'à une journée ou deux plus tard) proviennent des lésions microscopiques que l'exercice inflige aux muscles. Une personne peu habituée à l'exercice ressentira des douleurs plus longtemps que celle qui s'entraîne régulièrement. Pourquoi? Parce que la répétition d'un exercice conditionne les muscles à se régénérer plus rapidement et plus solidement. Ils deviennent ainsi plus résistants.

Tel est d'ailleurs le principe de base de l'entraînement intensif visant à augmenter la masse musculaire : on « blesse » les muscles afin qu'ils se bâtissent plus vite et plus forts, ce qui les rend plus performants et plus endurants.

Nous tenons à remercier M. Richard Chevalier, professeur d'éducation physique au collège Bois-de-Boulogne et auteur de plusieurs ouvrages sur l'activité physique, pour sa précieuse et généreuse collaboration.

Bibliographie

Chevalier R, *À vos marques, prêt, santé!*, Éditions du Renouveau Pédagogique, 3e édition, 2003.

Favre-Juvin A, Genas MH, Les besoins nutritionnels du sportif : aspects théoriques (111b), *Corpus médical*, Faculté de Médecine de Grenoble, Décembre 2002.

Kraemer WJ et al, Énoncé de principe de l'American College of Sports Medicine : Modèle de progression en entraînement de musculation pour les adultes sains, *Medicine Science of Sports Exercise*, Vol. 34, No 2, 2002, 364-80.

En cas de malaise ou de maladie, consultez d'abord un médecin ou un professionnel de la santé en mesure d'évaluer adéquatement votre état de santé. En utilisant ce site, vous reconnaissez avoir pris connaissance de l'avis de désengagement de responsabilité et vous consentez à ses modalités. Si vous n'y consentez pas, vous n'êtes pas autorisé à utiliser ce site.

La reproduction totale ou partielle des textes, images, extraits vidéo et audio de PasseportSanté.net, sur quelque support que ce soit, de même que l'utilisation du nom de PasseportSanté.net ou toute allusion à PasseportSanté.net à des fins publicitaires sont formellement interdites sous peine de poursuites.

Reproduction et droit d'auteur © 1998-2013 Oxygem

Ce site respecte les
principes de la charte
HONcode.
[Vérifiez ici.](#)

RECHERCHE