

La prévention des blessures par la nutrition

Par Dr Aroussen Laflamme, chiropraticien

Partie 2 de 2

Les causes de la fatigue musculaire

La fatigue en soit est un concept bien large, incluant un grand nombre d'éléments différents partant de l'aspect mental et allant au système nerveux et au muscle lui-même. Nous étudierons comment la nutrition peut aider à déjouer la fatigue au niveau musculaire.

Les deux différents facteurs métaboliques de la fatigue musculaire sont :

- 1- L'accumulation de certains métabolites
- 2- L'épuisement de d'autres métabolites

Ceci peut sembler plutôt trivial et sans grandes recherches. Toutefois, il s'agit d'une base théorique autour de laquelle s'articule notre compréhension du problème. L'accumulation de métabolites inclut une augmentation des ions hydrogènes (en partie par l'accumulation de lactate). De l'autre côté, les métabolites qui s'épuisent sont principalement les sources d'énergie à l'intérieur de la cellule musculaire, c'est-à-dire l'ATP, la phosphocréatine et le glycogène.

La fatigue n'est certes pas la seule cause de blessure, mais fait partie d'un ensemble de facteurs contributifs. Les chercheurs Worrell et Perrin ont révisés la littérature sur les causes des blessures aux ischios-jambiers. Leur conclusion est que la fatigue est un facteur contributif important de ce type de blessures.¹³

Le bon sens suggère que le fait de s'entraîner avec des muscles fatigués augmente le risque de blesser ces mêmes muscles. Plusieurs groupes de chercheurs ont examiné des biopsies musculaires d'athlètes après un exercice d'endurance. Ils ont démontré une détérioration et une dégénérescence de la structure interne des cellules musculaires, en plus d'observer une quantité significative d'inflammation dans le muscle.²⁶⁻²⁹ Toutefois, ce type de dommage musculaire n'est pas toujours accompagné de douleur musculaire, contrairement aux dommages survenant suite à un exercice excentrique (étirement du muscle au cours de la contraction) ou excessif.

Les exercices prolongés et les exercices excessifs représentent donc deux mécanismes de dommage musculaire distincts, mais qui entraînent le même résultat en définitive. Le dommage musculaire dû aux exercices excentriques semble avoir une cause mécanique.²⁹ La tension élevée produites au sein d'une seule fibre musculaire au cours de l'allongement du muscle semble occasionner le dommage. L'épuisement des réserves de glycogène n'apparaît pas être très important dans les blessures subit au cours de ce type d'exercice. Toutefois, certains experts croient que la prise de glucides afin de refaire les réserves de glycogène après les exercices excentrique accélérerait la réparation des tissus.¹⁴

En comparaison, les exercices prolongés d'endurance, comme le vélo, sont associés à l'épuisement des réserves de glycogène, d'où une diminution de la production d'énergie. Le stress créé par le fait de tenter de soutenir un certain niveau de travail musculaire alors que les réserves d'énergie sont épuisées contribuerait au dommage musculaire.¹⁴ Rappelons que la dégradation du glycogène en glucose peut servir à produire de l'ATP.

Dans le cas de fatigue ressentie au cours d'exercice à intensité légère, la cause n'est pas l'épuisement des réserves d'énergie, car dans ce cas le corps peut utiliser les réserves de lipides pour produire de l'ATP. La majorité des gens ont assez de matière grasse pour fournir leurs muscles en ATP durant plusieurs heures. La fatigue est donc due à un épuisement du système nerveux.

La fatigue ressentie par un athlète s'entraînant à une intensité modérée à élevée est quant à elle reliée à l'épuisement des réserves de glycogène. Ces réserves seront habituellement épuisées dans les muscles et le foie après une période de 90 minutes. C'est à ce moment que l'athlète rencontre le mur ou «bonk». Le niveau de glucose sanguin se met à chuter, les muscles ne peuvent plus faire entrer ce glucose dans leurs cellules. Le corps se doit de conserver le glucose restant pour assurer le fonctionnement du cerveau. La disparité entre les besoins des muscles et la disponibilité du glucose créera la fatigue et l'inconfort.³⁰ C'est à ce moment que les blessures sont les plus fréquentes.¹⁴

À cette intensité, la personne non-entraînée est moins susceptible de souffrir de fatigue due à l'épuisement des réserves. Ce sera plutôt l'accumulation de métabolites qui aura raison de sa détermination. L'acide lactique, entre autre, se concentre et force l'individu à ralentir le rythme. Lorsque l'intensité augmente, les athlètes quant à eux sont susceptibles de souffrir de fatigue due à l'épuisement ainsi qu'à l'accumulation de métabolites. Les personnes non-entraînées elles seront incapables de soutenir ce rythme longtemps en raison de la brûlure due à l'acide lactique. Cette théorie est toutefois remise en question depuis le début du présent siècle par de sérieuses recherches démontrant que l'acide lactique ne nuit pas à la contraction musculaire lorsque celle-ci est effectuée artificiellement et même que l'acidose qui en résulte améliorerait la performance lors d'activité intense. La nouvelle théorie veut que l'acidose plus générale du corps lors d'exercices intenses entraîne une diminution de la capacité de contraction par une inhibition de l'impulsion nerveuse en provenance du cerveau.³¹

Les activités nécessitant de courtes mais puissantes contractions musculaires (musclature, tennis, sprints) sont quant à eux limités par la disponibilité de la créatine phosphate.^{30,32} Ce métabolite est stocké dans la cellule en quantité limitée et est le seul à pouvoir régénérer l'ATP. Tout comme pour les exercices soutenus, les exercices intermittents conduisent à l'épuisement des réserves de glycogène.

Donc, les athlètes les plus susceptibles de souffrir de blessures liés à l'épuisement du glycogène sont ceux s'entraînant régulièrement à une intensité modérée durant une période de plus d'une heure. En fait ce sont vous, chers amis cyclistes! Plusieurs études supportent cette affirmation en démontrant que les exercices prolongés modérés et les

exercices intermittents coïncident avec l'épuisement du glycogène et sont relié aux blessures.¹⁵

Quelle stratégie doit-on adopter alors? Les études tendent à focaliser sur un type particulier d'événements ou d'athlètes, mais le point essentiel demeure le même : garder les réserves de glycogène le plus élevées possibles. Il est extrêmement facile d'épuiser ses réserves en s'entraînant sans avoir une alimentation contenant suffisamment de glucides.

1) Le consensus est que 8 à 10 g de glucides par kg de poids corporel devrait maintenir les réserves de glycogène pour la plupart des athlètes s'entraînant sérieusement. 2) Pour la compétition en soit, la surcompensation en glycogène est une stratégie qui devrait être utilisée par ceux qui compétitionnent durant plus d'une heure à une intensité modérée à élevée ou qui sont impliqués dans un sport nécessitant de courts efforts intenses et prolongés. Ces mêmes athlètes sont incités à consommer un 3) repas pré-compétition ainsi qu'à 4) ingérer des glucides immédiatement avant, pendant et après l'activité.¹⁵ Sur ce sujet, voir ma chronique sur la méthode PHT.

Autres dommages, autres solutions

En plus de minimiser la fatigue musculaire, la nutrition peut vous aider à minimiser différents types de dommages directs aux muscles par l'utilisation d'une variété de nutriments.

Il existe un effet secondaire important à l'utilisation d'oxygène lors de la production d'énergie par le corps. Il s'agit de la production de radicaux libres qui sont des particules hautement réactives qui peuvent ravager l'intérieur des cellules.³³ Les parois cellulaires des globules rouges et des cellules musculaires sont particulièrement sensibles à ces produits. Les cellules musculaires peuvent devenir perméables, ou plus grave encore, présenter des brèches importantes en présence d'un stress oxydative dû aux radicaux libres. Dans ce cas, les enzymes comme la CK et l'AST sont relâchées dans le milieu intercellulaire, ce qui réduit l'habileté des muscles à se contracter³⁵. De plus, les résidus de la membrane cellulaire attirent les cellules neutrophiles qui activent l'inflammation locale. Finalement, les radicaux libres semblent être en mesure de créer des dommages à l'ADN des cellules.³⁵ Les athlètes sont plus à risque de subir les dommages causés par les radicaux libres en raison de leur consommation accrue en oxygène. D'ailleurs, l'élévation de ces enzymes dans le sang est fréquemment observée chez les athlètes³⁴.

Les antioxydants sont des substances qui peuvent protéger, ou du moins minimiser, les effets néfastes des radicaux libres. Un des plus puissants antioxydants est la vitamine E qui se trouve à l'intérieur des membranes cellulaires et qui peut désarmer tous les radicaux libres qui se présentent. Cependant, dans ce processus la vitamine E est également désactivée et peut donc se voir totalement consommée en présence d'une grande quantité de radicaux libres. La vitamine C joue un rôle dans la réactivation de la forme active de la vitamine E. Il semble donc approprié de recommander un apport régulier et significatif de ces vitamines, préférentiellement par le biais d'une bonne alimentation. La dose **maximale** recommandée pour assurer votre sécurité est de 1600

unités de vitamine E et 2000 mg de vitamine C.³⁶ Toutefois aucune étude ne démontre un avantage à consommer plus que l'apport quotidien recommandé chez une personne saine.³⁷

Un autre facteur nutritionnel ayant une influence sur les radicaux libres est le type de matière grasse présente dans l'alimentation. Il faut savoir que les membranes cellulaires sont faites de protéines et de lipides spécialement formulée pour maintenir la stabilité de la membrane. Il a été découvert que les membranes riches en lipides polyinsaturés sont plus vulnérables aux radicaux libres. Le fait de manger plus de gras monoinsaturés au lieu du type polyinsaturé réduira le niveaux de ces derniers dans les membranes cellulaires ce qui rendra les globules rouges et les cellules musculaires plus résistantes aux dommages oxydatifs^{38,39}. Une des plus importantes sources de gras polyinsaturés dans l'alimentation sont les huiles de cuisson végétales (par exemple l'huile de tournesol ou de maïs) et les margarines d'huile végétale. Les alternatives contenant une forte teneur de gras monoinsaturés sont l'huile d'olive pour la cuisson et les margarines à base d'huile d'olive.

Lors de blessures, les athlètes se tournent généralement vers les thérapies habituelles que sont le repos, la glace, la compression et l'élévation ainsi que les anti-inflammatoires. Trop peu réalisent l'importance de l'aspect nutritionnel. Il est clair qu'une blessure modifie les besoins nutritionnels d'un individu. Les études suggèrent qu'un athlète ayant subi une fracture verra son métabolisme basal augmenter d'environ 20% tout simplement parce que le corps tente de se réparer. Au delà de l'augmentation du métabolisme, les différentes partie du corps présentent des besoins nutritionnels différents. Ainsi le plan nutritionnel pour la guérison du cartilage peut diverger de celui pour la réparation d'un muscle ou d'un nerf.

Dans une étude unique effectuée à l'hôpital Sinai en collaboration avec l'université Johns Hopkins de Baltimore, les chercheurs ont installé des implants tubulaires de polytetrafluoroethylene sous-cutanés dans le muscle deltoïde de trois groupes d'individus afin d'étudier la cicatrisation. Un groupe a reçu oralement un placebo, un autre a reçu 30 grammes d'arginine hydrochlorique et un troisième groupe a reçu 30 grammes d'aspartate d'arginine quotidiennement pour une période de 2 semaines. Comparé au placebo, le supplément d'arginine hydrochlorique a augmenté significativement la production et la déposition de collagène. Le collagène renforce les partis de tissu endommagé.¹⁶

L'apport nutritionnel de d'autres acides aminés peut également être bénéfique pour la guérison des blessures : la glutamine améliore la réparation des tissus et accélérerait la guérison des fracture, la vitamine A est nécessaire à la formation de l'épithélium, la bromélaïne diminue la douleur et l'œdème et la glucosamine est impliqué dans la formation de l'acide hyaluronique, un constituant du collagène.¹⁷⁻¹⁹ Un autre supplément qui a été au centre de nombreuses recherches sur la réparation des blessures est le bêta-hydroxy-bêta-methylbutyrate (HMB). Le HMB est intrinsèquement lié à un acide aminé à chaîne ramifié important appelé leucine.

La leucine est un joueur clé dans la quête d'un supplément qui accélère la guérison suite à une blessure ou une chirurgie. Les scientifiques savent qu'une personne ayant subi ce type de traumatisme doit reconstruire rapidement de nouveaux tissus tout en s'assurant que les autres cellules du corps demeurent en bonne santé. Pour fabriquer ce nouveau tissu, le corps utilise les acides aminés nécessaires à la formation des protéines qui composent les muscles, les tendons et les ligaments.

La leucine est si importante car elle fait partie des trois acides aminés à chaîne ramifiés (BCAA) avec la valine et l'isoleucine. Les études démontrent que ce type d'acide aminé a la capacité d'augmenter la synthèse protéique et d'en inhiber la dégradation, c'est ce qu'on appelle une balance uréique positive. La leucine est de loin l'acide aminé le plus efficace dans ce rôle, quoique les études sont équivoques sur sa capacité à accélérer la formation de tissus. Plusieurs études menez chez les gens grandement malades (SIDA, cancer) et chez les grands traumatisés ont démontré des effets positifs sur la conservation de masse musculaire et la synthèse protéique suite à la prise de HMB ou de leucine.²⁰⁻²²

Une étude prospective chez des sujets humains indique qu'un dosage de 1,5 à 3 grammes par jour de HMB peut réduire les dommages musculaires chez les athlètes effectuant un programme de musculation exigeant. Ces résultats s'appliquent à tous les athlètes expérimentés ou non.²⁴ L'intérêt pour les athlètes d'endurance comme les cyclistes est double. En plus de diminuer le dommage musculaire menant éventuellement aux blessures de sur-utilisation, il semble que le HMB augmente les capacités aérobiques chez des athlètes effectuant un entraînement par intervalles 3 fois par semaine durant 5 semaines.^{23,40} C'est du moins ce qu'est venu réaffirmer la recherche conduite à l'Université de Sherbrooke et parue en 2007.

La prise de fer et les réserves totales de fer peuvent également avoir un effet sur le risque de blessure d'un athlète, selon les résultats d'une étude menée au Center for Sport Medicine à San Francisco, Californie. À partir des résultats de l'étude, les chercheurs ont conclu qu'une diminution de la forme de réserve du fer, la ferritine, augmente les risques de blessures chez les femmes coureuses de cross-country. Le fer est un constituant essentiel de l'hémoglobine qui elle est responsable du transport de l'oxygène aux muscles et aux autres tissus. Les gens ayant une carence en fer ont des muscles qui se fatiguent plus rapidement lors des entraînements. Ces muscles fatigués sont incapables de protéger et de stabiliser les articulations qui sont alors susceptibles aux blessures. Une carence en ferritine ralentirait également la réparation des tissus, permettant aux micro-blessures de se transformer en pathologie cliniquement importante.²⁵

La carence en fer serait la carence nutritionnelle la plus fréquente dans le monde. De plus, un grand nombre d'athlètes, particulièrement les femmes et les personnes devant maintenir un poids corporel très bas, souffrent de carence en fer. Une mauvaise nutrition associée à la perte par la sueur ou les menstruations peuvent graduellement vider les réserves de fer. Plusieurs athlètes préviennent ce type de carence par la prise de supplément de fer ou une diète contenant des aliments riches en fer tel que la viande, la volaille, le poisson, les œufs, les céréales enrichies et certains légumes.

Toutefois, de nouvelles recherches ont lié un apport excessif de fer à l'augmentation des risques d'infarctus. En fait, le fer en excès peut empêcher l'absorption de d'autres minéraux importants, comme le zinc. Il semble aussi qu'il peut être bénéfique de diminuer l'apport de fer lors d'infection ou de fièvre. La hausse de la température associée à la baisse du fer sanguin agirait comme un antibiotique, les microorganismes ne pouvant se reproduire dans un tel environnement.

Lors d'une blessure sévère ou d'une chirurgie, la prise d'un supplément de vitamine C a été démontré efficace pour accélérer la guérison. La vitamine C joue un rôle crucial dans la formation du collagène qui à son tour permet la cicatrisation. La vitamine C a d'autres rôles importants dans de nombreuses réactions enzymatiques, il agit comme antioxydant et stimulerait le système immunitaire en plus de jouer un rôle dans le métabolisme du fer. Une dose de 1000 mg par jour est considérée comme étant sécuritaire bien que certaines personnes peuvent souffrir de troubles digestifs.¹⁴

Nous avons abordé que la pointe de l'iceberg que constitue la nutrition et son rôle dans la récupération et la prévention de blessure. Avoir une alimentation équilibrée est de la première importance et permettra habituellement de fournir les éléments nutritifs essentiels à votre organisme. Toutefois, en période de grand stress ou de volume d'entraînement important, certaines formes de suppléments peuvent vous donner ce petit avantage qui vous gardera sur votre vélo ou vous y ramènera le plus vite possible. Rappelez-vous toutefois qu'avant de prendre quelques suppléments que ce soit, assurez-vous qu'il ne vous fera pas plus de tort que de mal. Plusieurs suppléments comportent des effets secondaires et des interactions médicamenteuses potentiellement graves, parlez-en à votre professionnel de la santé.

Carnitine et fuel selection

RÉFÉRENCES:

- 1- Connolly DA, Sayers SP, McHugh MP Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2003 Feb;17(1):197-208.
- 2- Loram LC, Mitchell D, Fuller A. Rofecoxib and tramadol do not attenuate delayed-onset muscle soreness or ischaemic pain in human volunteers. *Can J Physiol Pharmacol.* 2005 Dec;83(12):1137-45.
- 3- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002 Nov;81(11 Suppl):S52-69.
- 4- McAnulty SR, Owens JT, McAnulty LS, Nieman DC, Morrow JD, Dumke CL, Milne GL. Ibuprofen use during extreme exercise: effects on oxidative stress and PGE2. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Jul;39(74-):1075-9.
- 5- Position of Dietitians of Canada, the American Dietetic Association, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Can J Diet Pract Res.* 2000 Winter;61(4):176-192.
- 6- Ivy JL. Role of carbohydrate in physical activity. *Clin Sports Med.* 1999 Jul;18(3):469-84.

- 7- Brukner P, Khan K. "Clinical sports medicine" 2e ed. 2001 McGraw Hill Australia, 918 p.
- 8- Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson MG, Maron DJ, Borel MJ, Flakoll PJ. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001 Jun;280(6):E982-93.
- 9- (Zawadzki KM, et al. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *Appl Physiol.* 1992;72(5):1854-9.
- 10- Tripp BL, Yochem EM, Uhl TL. Functional fatigue and upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes. *J Athl Train.* 2007 Jan-Mar;42(1):90-8.
- 11- Schlabach G. Carbohydrate Strategies for Injury Prevention. *J Athl Train.* 1994 Sep;29(3):244-254.
- 12- McLean SG, Felin RE, Suedekum N, Calabrese G, Passerallo A, Joy S. Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Mar;39(3):502-14.
- 13- Worrell TW. Factors associated with hamstring injuries. An approach to treatment and preventative measures. *Sports Med.* 1994;17(5):338-45.
- 14- Bledsoe, Jim (2005) Nutrition: what you eat can play a significant part in preventing or healing a sports injury.
- 15- Carbohydrate strategies for injury prevention, *J Athletic Training* 29, p 244-54.
- 16- Arginine enhances wound healing and lymphocyte immune response in humans. *Surgery* 1990;108:331
- 17- MacKay D, Miller AL. Nutritional support for wound healing. *Altern Med Rev.* 2003 Nov;8(4):359-77.
- 18- Polat O, Kilicoglu SS, Erdemli E. A controlled trial of glutamine effects on bone healing. *Adv Ther.* 2007;24(1):154-60
- 19- Arnold M, Barbul A. Nutrition and wound healing. *Plast Reconstr Surg.* 2006 Jun;117(7 Suppl):42S-58S.
- 20- Kuhls DA, Rathmacher JA, Musngi MD, Frisch DA, Nielson J, Barber A, MacIntyre AD, Coates JE, Fildes JJ. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation in critically ill trauma patients. *J Trauma.* 2007 Jan;62(1):125-31.
- 21- Rathmacher JA, Nissen S, Panton L, Clark RH, Eubanks May P, Barber AE, D'Olimpio J, Abumrad NN. Supplementation with a combination of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB), arginine, and glutamine is safe and could improve hematological parameters. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2004 Mar-Apr;28(2):65-75.
- 22- Caperuto EC, Tomatieli RV, Colquhoun A, Seelaender MC, Costa Rosa LF. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation affects Walker 256 tumor-bearing rats in a time-dependent manner. *Clin Nutr.* 2007 Feb;26(1):117-22.
- 23- Lamboley CR, Royer D, Dionne IJ. Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on aerobic-performance components and body composition in college students. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007;17(1):56-69.
- 24- (FASEB journal vol 10 1996)

- 25- Loosli, AR; Requa, RK; Garrick, JG Serum Ferritin and injurers in females high school cross country runners. *Med Science Sports Exer* 1993;25(5):Supp:S25.
- 26- Lieber RL, Schmitz MC, Mishra DK, Fridén J Contractile and cellular remodeling in rabbit skeletal muscle after cyclic eccentric contractions. *J Appl Physiol*. 1994;77(4):1926-34.
- 27- Shephard RJ. Cytokine responses to physical activity, with particular reference to IL-6: sources, actions, and clinical implications. *Crit Rev Immunol*. 2002;22(3):165-82.
- 28- Li JL, Wang XN, Fraser SF, Carey MF, Wrigley TV, McKenna MJ. Effects of fatigue and training on sarcoplasmic reticulum Ca(2+) regulation in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 2002;92(3):912-22.
- 29- Peake J, Nosaka K, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exerc Immunol Rev*. 2005;11:64-85.
- 30- Hultman E, Greenhaff PL. Skeletal muscle energy metabolism and fatigue during intense exercise in man. *Sci Prog*. 1991;75(298 Pt 3-4):361-70.
- 31- Cairns SP. Lactic acid and exercise performance : culprit or friend? *Sports Med*. 2006;36(4):279-91.
- 32- Sahlin K, Tonkonogi M, Söderlund K. Energy supply and muscle fatigue in humans. *Acta Physiol Scand*. 1998;162(3):261-6
- 33- Finaud J, Lac G, Filaire E Oxidative stress : relationship with exercise and training. *Sports Med*. 2006;36(4):327-58.
- 34- Munjal DD, McFadden JA, Matix PA, Coffman KD, Cattaneo SM. Changes in serum myoglobin, total creatine kinase, lactate dehydrogenase and creatine kinase MB levels in runners. *Clin Biochem*. 1983;16(3):195-9.
- 35- Tsai K, Hsu TG, Hsu KM, Cheng H, Liu TY, Hsu CF, Kong CW. Oxidative DNA damage in human peripheral leukocytes induced by massive aerobic exercise. *Free Radic Biol Med*. 2001;31(11):1465-72.
- 36- Hathcock JN et al. Vitamins E and C are safe across a broad range of intakes. *Am J Clin Nutr*. 2005;81(4):736-45.
- 37- Jacob RA, Sotoudeh G Vitamin C function and status in chronic disease. *Nutr Clin Care*. 2002;5(2):66-74.
- 38- Hennig B, Toborek M, McClain CJ. high-energy diets, fatty acids and endothelial cell function: implications for atherosclerosis. *J Am Coll Nutr*. 2001;20(2 Suppl):97-105.
- 39- Hennig B, Diana JN, Toborek M, McClain CJ. Influence of nutrients and cytokines on endothelial cell metabolism. *J Am Coll Nutr*. 1994;13(3):224-31.
- 40- Lamboley CR, Royer D, Dionne IJ. Effect of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on aerobic performance and body composition in college students. *Int J Sport Nutr Excer Metabol*. 2007;17:56-69.