

Intérêt des protéines alimentaires pour la récupération du sportif :

de la théorie à la pratique

Atelier-débat

- Pourquoi des protéines après l'effort ?
- Quel type de protéines ?
- Combien et quand ?
- Sous quelle forme ?
- Quelle collation en pratique ?

avec *Xavier Bigard*

Professeur agrégé du Val de Grâce, nutritionniste, titulaire de la chaire de recherche du Val de Grâce, directeur scientifique de l'Institut de recherche biomédicale des armées.

et *Véronique Rousseau*

Diététicienne-nutritionniste, Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance



Atelier-Débat CERIN

Intérêt des protéines alimentaires pour la récupération du sportif : de la théorie à la pratique

Principes généraux de la récupération nutritionnelle ; intérêt des apports protéiques

■ Pr Xavier Bigard

Professeur agrégé du Val de Grâce, nutritionniste, titulaire de la chaire de recherche du Val de Grâce, directeur scientifique de l'Institut de recherche biomédicale des armées

Pourquoi des protéines après l'effort ?

Avant de répondre directement à cette question qui devient essentielle en nutrition du sportif, il convient de rappeler quelques définitions relatives aux particularités de la pratique de l'exercice physique et de l'entraînement. De par les contraintes (entre autres métaboliques) qu'il induit, l'exercice physique entraîne de profondes perturbations de l'équilibre de l'organisme et du métabolisme énergétique. La phase de récupération qui suit un exercice prolongé ou plus court mais de haute intensité, va notamment reposer sur une récupération nutritionnelle qui a des conséquences métaboliques et structurales. Celle-ci implique :

- une restauration hydro-électrolytique
- une récupération des réserves glycogéniques,
- une récupération protéique tissulaire.

Nous concentrerons notre propos sur la *récupération de l'équilibre protéique musculaire*. Le muscle subit d'importantes modifications du métabolisme des protéines structurales qui se caractérisent par une baisse des synthèses protéiques pendant l'exercice physique, suivie d'une augmentation dès l'arrêt de l'épreuve, associée à augmentation de la protéolyse, suivie d'une baisse retardée des processus de dégradation protéique. Enfin, l'exercice physique prolongé est susceptible d'induire des microlésions

musculaires qui vont nécessiter, pendant la phase de récupération, d'engager des processus de réparation qui se concrétisent par une augmentation des flux de synthèse protéique. Ces altérations du métabolisme des protéines vont nécessiter des apports protéiques adaptés par voie alimentaire.

Altérations de l'équilibre synthèse/dégradation protéique pendant et après l'exercice. Tout comme le tissu osseux, le muscle est le siège permanent de processus cataboliques (destruction, lyse) et anaboliques (construction, synthèse). Depuis ces 30 dernières années, les preuves expérimentales se sont accumulées afin d'en arriver à la conclusion que l'exercice de longue durée de type endurant, comme l'exercice de force, induisait une réduction de l'ensemble des processus de protéosynthèse musculaire. Lorsque cet exercice se prolonge, et lorsque l'approvisionnement en substrats fait défaut, on enregistre une augmentation de la dégradation protéique. De nombreuses preuves expérimentales confirment la diminution de l'efficacité des processus de protéosynthèse au cours des exercices prolongés (Dohm et coll., 1987). On peut estimer à 40% la réduction de l'anabolisme protéique global au cours de 2 heures d'exercice à 50% des capacités maximales (Rennie et coll., 1981). Dans le même temps, on a montré une stimulation de la lyse protéique musculaire au cours des exercices de longue durée, ce qui est



attesté par l'augmentation de l'élimination urinaire de la 3-méthylhistidine (3-MH), acide aminé spécifique des protéines contractiles (actine et myosine). Des données très similaires ont été rapportées pendant des exercices de musculation (Pivarnik et coll., 1989).

Dans les suites de l'exercice physique, que celui-ci soit prolongé ou de musculation, on va assister à une rapide augmentation des synthèses protéiques. Ainsi, à la fin d'un exercice de 4h à 40% des capacités maximales, on a montré une augmentation significative des synthèses de protéines spécifiquement musculaires (Carraro et coll., 1990). C'est ce qui a permis de proposer un modèle d'évolution des processus de protéosynthèse et de protéolyse musculaire adaptables pour les exercices de force comme d'endurance (Lemon, 1998).

Ces éléments confirment qu'il existe un besoin nutritionnel de disponibilité en protéines et acides aminés dans les suites immédiates de l'exercice physique. L'augmentation importante des synthèses de protéines musculaires qui suit l'arrêt de l'exercice doit être concomitante d'apports suffisants en protéines, faute de quoi c'est le processus de « reconstruction » musculaire qui sera affecté.

Quel type de protéines ?

L'efficacité nutritionnelle des protéines est fondamentale à prendre en compte pour toute recommandation d'apport. Celle-ci relève de la valeur biologique des protéines consommées, mais aussi de leur vitesse de digestion.

La valeur biologique des protéines. La synthèse des protéines tissulaires (en particulier dans le muscle) requiert la disponibilité de l'ensemble des acides aminés afin d'en assurer l'agencement original. L'apport alimentaire doit permettre l'approvisionnement en acides aminés indispensables (isoleucine, leucine, valine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, histidine). Ces acides aminés doivent idéalement représenter approximativement 40 % de l'ensemble des acides aminés.

La composition en acides aminés des protéines est donc un critère de qualité reconnu, mais leur biodisponibilité postprandiale constitue aussi un facteur essentiel à leur efficacité biologique. C'est

pourquoi la composition d'une protéine alimentaire doit être corrigée par sa digestibilité, ce qui permet de déterminer sa « valeur biologique ». D'une manière générale, les protéines d'origine animale (riches en acides aminés essentiels et plus digestibles) ont une valeur biologique supérieure aux protéines végétales, même si cette notion mérite maintenant d'être considérée avec prudence. L'enrichissement de la ration alimentaire en protéines animales d'origine carnée peut avoir l'inconvénient d'augmenter l'apport en lipides et en acides nucléiques. Inversement, ne baser une complémentation que sur des protéines végétales peut conduire à un déficit relatif en lysine et en acides aminés soufrés.

Vitesse de digestion des protéines, protéines lentes et rapides. En prenant l'exemple des deux fractions protéiques principales du lait que sont les caséines et les protéines du lactosérum, on constate qu'elles n'ont pas la même vitesse de digestion. Les protéines du lactosérum restent solubles à pH acide, sont rapidement libérées par l'estomac, et leurs acides aminés absorbés rapidement. A l'inverse, les acides aminés des caséines précipitent dans l'estomac, sont libérés lentement dans le grêle et sont absorbés plus lentement. Les conséquences métaboliques de ces deux profils cinétiques sur l'utilisation protéique postprandiale ont été évalués, et il a été montré que la caséine, protéine dite « lente », est plus efficace que son homologue rapide sur l'anabolisme protéique postprandial (Boirie et al., 1997). Chez des sujets non-sportifs, pris dans des conditions de repos, le lactosérum (protéines rapides) stimule la synthèse protéique mais aussi l'oxydation de la leucine, alors que les caséines (protéines lentes) stimulent peu l'oxydation et inhibent la protéolyse. Cependant, le fait d'ajouter des substrats énergétiques aux protéines laitières modifie la réponse métabolique ; associées à un apport énergétique, les protéines rapides, plutôt moins efficaces sur la construction protéique lorsqu'elles sont prises seules, deviennent plus intéressantes pour le gain de masse maigre (Boirie, 2004).

Place des protéines d'origine laitière. Le lait de vache et les produits dérivés sont une source intéressante de protéines, de lipides, d'acides aminés, de vitamines et de minéraux. Les protéines de lait co-existent dans un mélange complexe, dans des proportions relatives qui varient selon les espèces. Le lait, contient



approximativement de 30 g.L⁻¹ de protéines, réparties dans une fraction micellaire (constituée de caséine, 75% de l'ensemble) et une fraction soluble (constituée de protéines de lactosérum, 25% de l'ensemble). Les protéines du lactosérum sont représentées notamment par la β -lactoglobuline, l' α -lactalbumine, la sérum albumine bovine, la lactoferrine, et des fractions plus mineures parmi lesquelles plusieurs classes d'immunoglobulines.

Différentes expérimentations ont permis de montrer que dans la phase de récupération précoce d'exercices de force, les protéines du lait (caséine, et/ou lactosérum) constituent une source importante de composés azotés, plus efficaces sur le flux de synthèse protéique que des protéines végétales (Hartman et coll., 2007 ; Roy 2008). Ingérées à l'arrêt d'un exercice de musculation, les protéines du

lactosérum majorent et prolongent l'activation des acteurs biologiques impliqués dans l'hypertrophie musculaire (Hulmi et coll., 2009, Kammer et coll., 2009). Cet avantage des protéines du lactosérum sur le développement de la masse musculaire, s'exprime aussi par une augmentation plus marquée du flux de synthèse protéique, au repos comme à l'arrêt d'un exercice de musculation (Tang et coll., 2009). La conséquence attendue, c'est un gain de masse musculaire plus important avec la prise de protéines du lactosérum dans le cadre d'un entraînement en musculation, qu'avec la prise de caséine (Cribb et coll., 2006). A l'arrêt d'exercices de longue durée, la consommation de lait pauvre en graisses (écrémé ou demi-écrémé) comme boisson de récupération pourrait être proposée, comme le suggèrent deux essais d'intervention (Karp et coll., 2006, Thomas et coll., 2009).

Références

Boirie, Y. (2004) Protéines « lentes », protéines « rapides ». *Nutrition clinique et métabolisme* 18, 25–7.

Boirie Y, Danguin M, Gachon P, Vasson MP, et al. (1997) Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 94, 14930-5.

Carraro F, Stuart CA, Hartl WH, Rosenblatt J, Wolfe RR (1990) Effect of exercise and recovery on muscle protein synthesis in human subjects. *Am J Physiol* 259:E470-E476

Cribb PJ, Williams AD, Hayes A, Carey MF (2006) The effect of whey isolate on strength, body composition and plasma glutamine. *Int J Sports Nutr Exerc Metab* 16, 494-592.

Dohm, GL, Tapscott EB, Kasperek GJ (1987) Protein degradation during endurance exercise and recovery. *Med Sci Sports Exerc* 19 (Suppl.):S166-S171

Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM. (2007) Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr* 86, 373-81

Hulmi JJ, Tannerstaedt J, Selänne H, Kainulainen H, Kovanen V, Mero AA. (2009) Resistance exercise with whey protein ingestion affects mTOR signaling pathway and myostatin in

man. *J Appl Physiol* 106, 1720-1729.

Kammer L, Ding Z, Wang B, Hara D, Liao YH, Ivy JL. (2009) Cereal and nonfat milk support muscle recovery following exercise *J Int Soc Sports Nutr* 6, 11.

Karp JR, Johnston JD, Tecklenburg S, Mickleborough TD, Fly AD, Stager JM. (2006) Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16, 78-91.

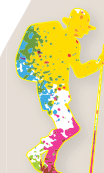
Lemon PWR (1998) Effects of exercise on dietary protein requirements. *Int J Sports Nutr* 8:426-447

Pivarnik JM, Hickson JF, Wolinsky I (1989) Urinary 3-methylhistidine excretion increases with repeated weight training exercise. *Med Sci Sports Exerc* 21:283-287

Rennie, MJ, Edwards RHT, Krywawych S, Davies CTM, Halliday D (1981) Effect of exercise on protein turnover in man. *Clin Sci* 61:627-639

Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM (2009) Ingestion of whey hydrolysate, casein or soy protein isolate : effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise. *J Appl Physiol* 107, 987-992.

Thomas K, Morris P, Stevenson E. (2009) Improved endurance capacity following chocolate milk consumption compared with 2 commercially available sport drinks. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34 (1), 78-82.



Atelier-Débat CERIN

Intérêt des protéines alimentaires pour la récupération du sportif : de la théorie à la pratique

La récupération en pratique ; l'exemple du lait en aliment de récupération

■ Véronique Rousseau

Diététicienne-nutritionniste, Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance.

La phase de récupération commence dès l'arrêt de l'exercice. Elle doit permettre d'une part de compenser les pertes consécutives à l'effort physique fourni pendant les entraînements et/ou la compétition, d'autre part de réparer le muscle lésé par l'effort.

Différentes modifications métaboliques sont en effet constatées chez le sportif durant l'exercice :

- Des pertes hydro-électrolytiques
- Des pertes protéiques dues à la dégradation des cellules musculaires
- Une baisse des réserves en glycogène
- Une mobilisation des réserves lipidiques dues au besoin d'énergie nécessaire à l'effort prolongé.

Tout de suite après l'effort, il faut donc apporter de l'eau, des minéraux, des protéines et des glucides. Les lipides peuvent être apportés plus tard.

Concernant les protéines et la perte musculaire liée à l'exercice, les acides aminés issus des protéines fonctionnelles et structurales sont inévitablement utilisés comme source d'énergie par la voie de la néoglucogénèse, provoquant un dommage musculaire. Si les stocks de glycogène musculaires sont insuffisants en début d'exercice, ce dommage sera majoré. Les chocs et microlésions représentent une autre source de perte protéique et de dommage musculaire, d'autant plus important que la sollicitation musculaire et /ou le contact physique sont importants

(rugby, lutte, judo hockey sur glace...). Dès la fin de l'exercice, il est donc nécessaire de reconstituer au sein du muscle les protéines contractiles qui ont été altérées.

La qualité et la quantité des apports alimentaires et hydriques adaptées seront des facteurs clés de la récupération du sportif.

Le lait, une composition adaptée à la récupération

Si le lait et les produits laitiers sont des aliments de base du sportif, ils ont aussi une composition nutritionnelle particulièrement adaptée à la récupération et ont fait la preuve de leur efficacité dans de nombreuses études et sur le terrain.

Le lait, c'est :

- 90% d'eau
- 3,2 g /100 g de protéines d'excellente qualité nutritionnelle (associant des protéines dites rapides dans le lactosérum et des protéines dites lentes dans les caséines, avec une richesse notable en leucine, acide aminé ramifié),
- 4,6 g /100 g de glucides,
- de 0 à 3,6 g /100 g de lipides, selon qu'il soit écrémé, ½ écrémé ou entier).



Les valeurs ajoutées du lait : vitamines, minéraux et oligoéléments

- calcium (120 mg/100g de lait), bien assimilable
- vitamines (A, B2 et B12)
- phosphore, iode, zinc, sélénium, cuivre...

Un produit économique avec un rapport qualité nutritionnelle/coût favorable

- 1 litre de lait UHT ½ écrémé : 0,76 €
- 4 yaourts nature : 0,73 €
- 4 yaourts à boire de 180g : 1,5 € (chiffres 2012)

Quel produit laitier ?

Celui qu'on a et qu'on aime

- Lait en bouteille de 250 ou 500ml (parfois enrichi en vitamine D)
- Lait aromatisé en brique de 200ml au chocolat (parfois enrichi en vitamine D)
- Yaourt à boire en bouteille de 180ml (pratique et arômes variés)
- Pot de yaourt ou de fromage blanc sucré

Combien de protéines ?

Entre 10 et 20 grammes

Exemple d'équivalences protéiques en pratique (en moyenne entre 10 et 12 g)

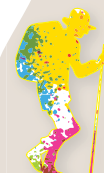
1 bol de lait = 300 ml	=	2 yaourts à boire = 180 g x 2	=	1 fromage blanc ou 5 cuillères à soupe = 150 g	=	2 yaourts = 125 g x 2
---------------------------	---	----------------------------------	---	--	---	--------------------------

Le yaourt à boire consommé en période post-entraînement

- Le yaourt à boire est une solution adaptée pour récupérer après l'effort. Conditionné au minimum en bouteille de 180 ml, il apporte une quantité de protéines et de glucides satisfaisante.
- La praticité du yaourt à boire va stimuler ses prises. La gamme des yaourts à boire est très large avec des parfums très variés (nature sucré, vanille, fraise, pêche-banane...) Un breuvage avec des qualités gustatives sera plus systématiquement consommé par le sportif.
- La composition nutritionnelle du yaourt à boire se rapproche de celle du lait demi écrémé avec une plus forte teneur en glucides (14,2 g pour 100 g) favorisant le stockage de glycogène

	Unités	Lait ½ écrémé		Yaourt nature pour 125 g	Fromage Blanc 20% MG / 100 g	Yaourt à boire	
		100 ml	1 verre de 200 ml			100 ml	1 portion de 180 ml
Energie	kCal	37,6	75	59,25	78,3	84,8	152,6
Eau		88,7	177,4	110,25	83,7	81,1	146
Protéines	g	3,2	6,4	5	7,9	3,1	5,6
Lipides		1,5	3	1,2	3,2	1,8	3,2
Glucides		4,6	9,2	6	3,8	14,2	25,6
<i>Vitamines :</i>							
A (rétinol)	µg	18,3	36,9	13,75	29	15	27
D		0,01	0,02	0,25	0,77	0,2	0,36
B2		0,18	0,36	0,31	0,2	0,15	0,27
B12		0,27	0,54	0,28	0,37	0,12	0,22
<i>Minéraux :</i>							
Calcium	mg	115	230	178,75	123	114	205,2
Phosphore		85,7	171,4	123,75	104	82	147,6
Iode	µg	10,6	11,2	25	10	11	19,8
Selenium	µg	0,9	1,8	1,88	4,5	1,6	2,88
Fer	mg	0,16	0,32	0,16	0,13	0,13	0,23
Magnesium	mg	11,6	23,2	16	10,2	10	18
Zinc	mg	0,51	1,02	0,79	0,51	0,36	0,65
Sodium	mg	49,6	99,2	53,2	40,2	38	68,4

source : Afssa-Ciqual 2008



La récupération en pratique chez le sportif de haut niveau et de loisir

Protocole :

- **Quand ?**
Immédiatement après l'effort.
- **Quoi ?**
Des protéines et des glucides, donc un repas équilibré ou une collation riche en protéines de haute valeur nutritionnelle (si le repas est éloigné de l'arrêt de l'entraînement) après l'exercice.

Exemple de collation (dans les 30 minutes après l'exercice)

- Eau (12 à 18 gorgées)
- 1 à 2 verres de yaourt à boire sucré
- 1 banane moyenne

ou

- Eau (12 à 18 gorgées)
- 1 à 2 briques de lait chocolaté
- 1 pomme

Deux exemples de repas (dans les 30 minutes après l'exercice)

- Salade principale à base de roquette accompagnée de lamelles de magret de canard, noix, lamelles de radis, tomates en quartier, assaisonnée avec un mélange d'huile d'olive et de colza
- Pavé de thon (150 g)
- Ratatouille (tomates mondées, courgettes pelées, aubergines pelées) et riz
- Faisselle
- Soupe de fraise
- Pain complet, blanc ou aux céréales
- Eau minérale
- Saint-Yorre, Vichy Célestins, Badoit (idéal pour la récupération après des efforts d'intensité élevée)

ou

- Salade de tomates mondées à la mozzarella assaisonnée avec de l'huile d'olive et de colza + salade de coeur de laitue + croûtons
- Bavette grillée (150 g)
- Purée de carottes + champignons de Paris + macaronis
- Yaourt nature sucré
- Salade de fruits frais et tuiles aux amandes
- Pain complet, blanc ou aux céréales
- Eau minérale
- Saint-Yorre, Vichy Célestins, Badoit (idéal pour la récupération après des efforts d'intensité élevée).

