

Glucides et sports de force

MAIRE Corentin – BDNHS 3

Travail de recherche présenté à :
Laura FERNANDES et Carla DOMINGUES
Nutrition du sportif – Physiologie et métabolismes



Table des matières

Table des matières	2
Introduction	3
I – Physiologie de la performance en sport de force	4
A) Métabolisme énergétique à l'effort.....	4
B) La voie de l'anaérobie alactique	4
C) La phosphocréatine.....	5
Points clés :	5
II – Stratégies nutritionnelles	6
A) Quantité de glucides journalières	6
B) Type de glucides	7
Points clés :	7
III – Consommation de glucides autour de l'entraînement	8
A) Consommation pré-entraînement.....	8
B) Consommation pendant l'effort.....	9
C) Consommation post-entraînement	9
Points clés :	10
Conclusion	11
Abstract.....	12
Annexes	13
Bibliographie	15

Introduction

Les sports de force regroupent des disciplines où l'objectif principal est de développer et d'exploiter une puissance musculaire maximale. Ces activités incluent des sports tels que l'haltérophilie, le powerlifting, le strongman, le bras de fer sportif ou encore le bodybuilding. Elles sollicitent principalement des efforts intenses et de courte durée, faisant intervenir les systèmes énergétiques anaérobie alactique et lactique. La préparation physique et nutritionnelle y joue un rôle crucial, notamment pour soutenir les performances, favoriser la récupération et prévenir les blessures. Ces sports nécessitent ainsi une maîtrise technique, une optimisation énergétique et une stratégie alimentaire adaptée.

Parmi les facteurs déterminants de la performance sportive, les glucides occupent une place de choix. Ces macronutriments sont souvent la principale source d'énergie de l'athlète, et leur apport adéquat est indispensable. Une gestion optimale des apports en glucides est donc cruciale pour les sportifs, notamment ceux pratiquant des disciplines à forte intensité comme les sports à contrainte mécanique.

La problématique à laquelle nous allons essayer de répondre dans ce travail de recherche est la suivante. Comment maximiser les performances chez le sportif de force via une bonne gestion des glucides ?

Dans un premier temps, nous aborderons la physiologie de la performance dans les sports de force, en détaillant les principales voies métaboliques impliquées dans la production d'énergie, notamment la voie anaérobie alactique, et en examinant le rôle de la phosphocréatine dans ce processus. Nous examinerons ensuite les stratégies nutritionnelles globales en précisant les quantités et types de glucides recommandés pour répondre aux exigences des athlètes. Enfin, nous nous pencherons sur la consommation de glucides autour de l'entraînement, en étudiant les pratiques optimales avant, pendant et après l'effort pour maximiser les performances et optimiser la récupération.

I – Physiologie de la performance en sport de force

Pour comprendre les mécanismes énergétiques qui soutiennent les performances en sport de force, il est essentiel d'examiner les différentes voies métaboliques impliquées dans la production d'énergie et leur rôle spécifique en fonction de l'intensité et de la durée de l'effort.

A) Métabolisme énergétique à l'effort

Lors d'un entraînement, le sportif contracte volontairement ses muscles, ce qui nécessite de l'énergie fournie par l'Adénosine Tri-Phosphate (ATP). Cette molécule est produite dans l'organisme par trois voies énergétiques distinctes, qui s'activent successivement en fonction de la durée et de l'intensité de l'effort [6].

Comme le montre la figure en annexe 1, la voie anaérobie alactique est la première à intervenir pour des efforts très intenses et de courte durée, de l'ordre de quelques secondes. Elle repose sur l'utilisation de la créatine-phosphate, permettant de générer rapidement une puissance élevée. Entre 10 et 20 secondes après le début de l'exercice, la voie anaérobie lactique prend le relais en utilisant les réserves de glucose musculaire, mais elle s'accompagne rapidement d'une accumulation d'acide lactique [9].

Au bout de quelques minutes, la voie aérobie entre en action pour prolonger l'effort en suppléant les filières précédentes. Cette filière fournit de l'ATP en grande quantité grâce à l'oxydation de différents substrats : les glucides (glycogène musculaire et glucose sanguin), les lipides et dans une moindre mesure les protéines [7].

B) La voie de l'anaérobie alactique

Pour fonctionner, un muscle a besoin de l'énergie fournie par l'ATP. L'hydrolyse de la liaison phosphoanhydride de l'ATP libère de l'énergie, ainsi qu'une molécule d'ADP et un phosphate inorganique. Ces deux derniers devront être réassemblés afin de reproduire une molécule d'ATP.

Lors d'un effort court et intense, les voies énergétiques classiques n'ont pas le temps de s'activer suffisamment vite pour répondre à la demande énergétique. Dans ce contexte, la

créatine-phosphate intervient en transférant rapidement son groupement phosphate à une molécule d'ADP, générant ainsi de l'ATP. Cette réserve énergétique est toutefois limitée et permet une autonomie maximale de 5 à 6 secondes [6].

Cette voie énergétique, appelée anaérobie alactique, fonctionne sans oxygène et ne produit pas d'acide lactique. Elle est particulièrement sollicitée dans les sports de force.

C) La phosphocréatine

La créatine est une molécule que l'on trouve naturellement dans l'organisme, en particulier dans les muscles. Un homme adulte pesant environ 70 kg contient environ 120 g de créatine, dont 95 % est stockée dans les muscles squelettiques. Deux tiers de cette créatine sont associés à un phosphate sous forme de créatine phosphate, tandis que le tiers restant se trouve sous forme libre [1].

Pendant les contractions musculaires, la phosphocréatine (PC) est dégradée de façon réversible par l'enzyme créatine kinase en créatine (C) pour former de l'ATP ($PC + ADP \Rightarrow C + ATP$). Quand l'effort intense est terminé, la phosphocréatine est resynthétisée dans les mitochondries ($C + ATP \Rightarrow PC + ADP$). Une fois cela fait, la phosphocréatine qui vient d'être resynthétisée va pouvoir rejoindre les protéines contractiles pour permettre de reproduire un effort intense [10].

Le métabolisme dit aérobie (production d'ATP au niveau des mitochondries qui consomment de l'oxygène) va donc permettre de régénérer la phosphocréatine entre chaque effort intense. La voie métabolique de l'anaérobie alactique est donc dépendante de la voie aérobie et de ces substrats (notamment le glucose).

Points clés :

1. L'anaérobie alactique est la principale voie énergétique utilisée pour fournir de l'énergie au cours de l'effort, notamment via la créatine phosphate.
2. Pour resynthétiser de la créatine phosphate, les cellules musculaires sont dépendantes de la voie aérobie qui utilise principalement le glucose.

II – Stratégies nutritionnelles

Il est essentiel de s'intéresser aux stratégies nutritionnelles, notamment la gestion des glucides pour optimiser la performance du sportif de force. La quantité et le type de glucides sont des facteurs déterminants.

A) Quantité journalière de glucides

Les sports de force ne nécessitant pas directement l'utilisation des glucides comme substrat énergétique, il pourrait paraître logique qu'ils n'aient pas besoin d'être priorités dans les régimes. Une étude sur les régimes des sportifs de force va dans ce sens. Elle a conclu qu'un régime faible en glucides (5% de l'AET) par rapport à un régime normal (40% de l'AET) n'a pas entraîné de baisse de performance à court terme [11].

Cependant, d'autres études ne sont pas en accord. L'effet d'un régime restreint en glucides sur la performance au squat a été analysé par Leveritt M. La performance par rapport à un régime classique a été fortement réduite [5]. Une autre revue de 2022 a montré qu'il n'y avait pas d'intérêt à pratiquer un régime faible en glucides pour prendre de la masse musculaire. Sur une courte durée, il n'y avait pas une grosse différence de performances. Par contre, au bout de plusieurs semaines, les régimes faibles en glucides entraînaient une baisse des résultats [17]. Slater G. et ses collègues se sont eux aussi penchés sur le sujet. Ils nous indiquent que la fourchette de glucides la plus optimale pour maximiser la performance dans les sports de force est de 4 et 7 g/kg/j de glucides. Elle sera adaptée en fonction des objectifs de l'athlète : prise de masse, maintien, perte de poids. Le renouvellement de la créatine phosphate ne serait pas optimal lorsque les sportifs ont des stocks de glycogène bas, ce qui entraîne un épuisement précoce [14].

Bien que les avis soient controversés, il est évident que pratiquer un régime faible en glucides n'améliore pas la performance dans les sports de force. Les pratiquants devraient consommer au minimum 3.5 g/kg/j de glucides, voir plus suivant les cas de figure.

B) Type de glucides

Le principal critère qui permet de classifier les glucides est l'indice glycémique (IG). C'est une mesure utilisée pour évaluer la capacité d'un aliment contenant des glucides à augmenter le taux de glucose dans le sang (glycémie) après sa consommation. Suivant le timing de la prise alimentaire, des glucides à indice glycémique plus ou moins rapide seront à privilégier.

Les aliments à IG bas seront des céréales complètes, des légumes, des denrées riches en fibres et/ou en gras. A l'inverse, les aliments à IG haut seront dépourvus en grande partie de fibres, lipides et protéines. La table en annexe 2 donne des exemples d'aliments à IG plus ou moins haut [4].

A distance de l'entraînement, on privilégiera les glucides à index glycémique bas. En effet, cette forme de glucides est la plus efficace pour favoriser la production de glycogène, et ainsi restaurer les réserves musculaires [2]. A l'inverse, lorsque la prise se fait pendant ou juste après l'entraînement, on privilégiera les glucides à index glycémique haut. Ces derniers seront plus digestes et permettront de libérer de l'énergie plus rapidement. De plus, ils sont plus efficaces que les glucides à index glycémiques bas pour resynthétiser les stocks de glycogènes juste après un effort [6].

Points clés :

1. Les pratiquants devraient consommer au minimum 3.5 g/kg/j de glucides, voir plus suivant les cas de figure.
2. Les glucides à indice glycémique bas seront priorisés sauf pendant et après l'entraînement où l'on préférera les indices glycémiques hauts.

III – Consommation de glucides autour de l'entraînement

La gestion des glucides autour de l'entraînement est une stratégie clé pour maximiser la performance en sport de force. Cette approche s'articule en trois phases principales : avant, pendant et après l'entraînement.

A) Consommation pré-entraînement

L'ingestion de glucides dans les quelques heures ou minutes précédant un entraînement a fait l'objet de nombreuses recherches. Si les résultats sont variés, il est possible d'affirmer que l'ingestion de glucides à IG élevé en prise isolée avant un entraînement favorise une hypoglycémie réactionnelle au début de l'effort. Cela se traduit généralement par une diminution de la performance. Deux options s'offrent à nous pour éviter ce cas de figure. La première solution est de consommer des glucides dont l'IG est bas avant de s'entraîner. La deuxième serait d'ingérer des glucides à IG haut, cependant la prise doit se faire en continu avant et pendant l'effort pour éviter l'hypoglycémie [13].

De plus, il est intéressant de coupler des protéines aux glucides avant l'effort. Cette association entraîne une meilleure réponse anabolique par rapport à une ingestion de protéines seules [16]. L'apport optimal en glucides et en protéines avant l'entraînement dépend d'un certain nombre de facteurs incluant la durée de l'exercice et le niveau du sportif, mais les données recommandent l'ingestion de 35 grammes de glucides une demi-heure à une heure avant l'entraînement [3].

Pour conclure, le sportif devrait consommer un mélange de glucides et de protéines idéalement trente minutes à une heure avant l'entraînement. La performance est améliorée lorsque l'entraînement a lieu après un repas plutôt qu'à jeun [15].

B) Consommation pendant l'effort

Durant l'entraînement, l'ingestion de glucides pourrait augmenter les performances en augmentant l'oxydation du glucose exogène. Une étude sur l'ingestion de glucides chez les sprinteurs recommande la prise de glucides durant l'entraînement, en particulier chez les sportifs s'entraînant le matin à jeun et dont les réserves en glycogène sont basses [12].

Les quantités recommandées de glucides sont conditionnées par la physiologie de leur vidange gastrique, leur vitesse de métabolisation et surtout leur tolérance digestive. De manière générale, il semble qu'un apport de glucose se situant autour de 1 à 1,2 g/min soit un maximum tolérable par l'organisme. Il est donc prudent de ne pas dépasser 60 à 80g de glucides par heure. Les sources de glucides devraient privilégier le glucose, car le fructose consommé seul est moins efficace et peut entraîner des troubles digestifs tels que des diarrhées. En revanche, le saccharose ainsi que la maltodextrine, montrent une efficacité comparable [6].

Nous pouvons cependant nous demander si l'ingestion de glucides à l'entraînement a réellement un intérêt chez un sportif ayant un régime alimentaire normal et ne s'entraînant pas à jeun. Aucune étude n'a comparé la performance d'athlètes dans ces conditions. Il peut donc être prudent de recommander une prise de glucides à l'effort chez les sportifs de force, cependant aucune étude ne montre que cela est obligatoire si l'athlète a des stocks de glycogènes pleins avant le début de l'entraînement.

C) Consommation post-entraînement

Pendant 30 à 60 minutes après l'entraînement, la resynthèse de glycogène est maximisée. Cette phase est caractérisée par une activation de la translocation, grâce à l'exercice, des GLUT-4 au niveau de la membrane de la cellule musculaire. Le glucose plasmatique est ainsi plus rapidement capté, favorisant la glycogénèse musculaire. C'est donc à la fin de l'entraînement et en début de récupération que les glucides à IG élevé présentent un intérêt [6].

Une revue sur l'impact des différents indices glycémiques sur la performance confirme les recommandations ci-dessus. Une prise alimentaire riche en glucides à IG élevé semble bénéfique pour le stockage du glycogène après l'exercice, en stimulant des réponses accrues de glucose et d'insuline [13]. De plus, la stimulation protéique est plus efficace lorsque les

protéines sont couplées à des glucides. Cela s'explique par l'amplification de l'activité des voies Atk et mTOR due à l'augmentation de l'insulinémie [8].

L'ingestion de glucides (notamment à IG haut) après l'entraînement est bénéfique pour la performance. Cela permet de maximiser la resynthèse du glycogène ainsi que l'anabolisme musculaire.

Points clés :

1. Le sportif de force devrait consommer des glucides (notamment à IG bas) idéalement trente minutes à une heure avant l'entraînement.
2. Une prise isolée de glucides à IG haut avant l'entraînement peut entraîner une hypoglycémie.
3. Bien qu'une prise de glucides pendant l'effort puisse être envisagée dans certains cas, aucune preuve scientifique n'a démontré son caractère indispensable.
4. L'ingestion de glucides à IG haut après l'entraînement est bénéfique pour la performance.

Conclusion

L'anaérobie alactique constitue la principale voie énergétique utilisée pour fournir de l'énergie lors d'efforts intenses et de courte durée, principalement grâce à la créatine phosphate. La resynthèse de la créatine phosphate dans les cellules musculaires dépend de la voie aérobie, qui utilise principalement le glucose comme substrat énergétique.

Les sportifs devraient consommer un minimum de 3,5 g de glucides par kilogramme de poids corporel et par jour, voire davantage selon leurs besoins spécifiques. Les glucides à IG bas sont à privilégier en dehors des périodes d'entraînement, tandis que ceux à IG élevé sont recommandés pendant et immédiatement après l'entraînement pour favoriser la récupération. À noter qu'une consommation isolée de glucides à IG élevé avant l'entraînement peut entraîner une hypoglycémie réactionnelle chez certains individus.

Pour les sportifs de force, il est conseillé de consommer des glucides à IG bas entre 30 minutes et une heure avant l'entraînement. Bien qu'une prise de glucides pendant l'effort puisse être envisagée dans certains cas, aucune preuve scientifique n'a démontré son caractère indispensable. En revanche, l'ingestion de glucides à IG élevé après l'entraînement est clairement bénéfique pour optimiser la performance et la récupération.

Il aurait été intéressant d'aborder les nutriments (vitamine B6, magnésium...) qui pourraient se combiner aux glucides pour améliorer la synthèse glycogénique. Cependant, les études sur ces combinaisons en sport de force sont limitées, elles sont principalement tournées vers les pratiques d'endurance.

Abstract

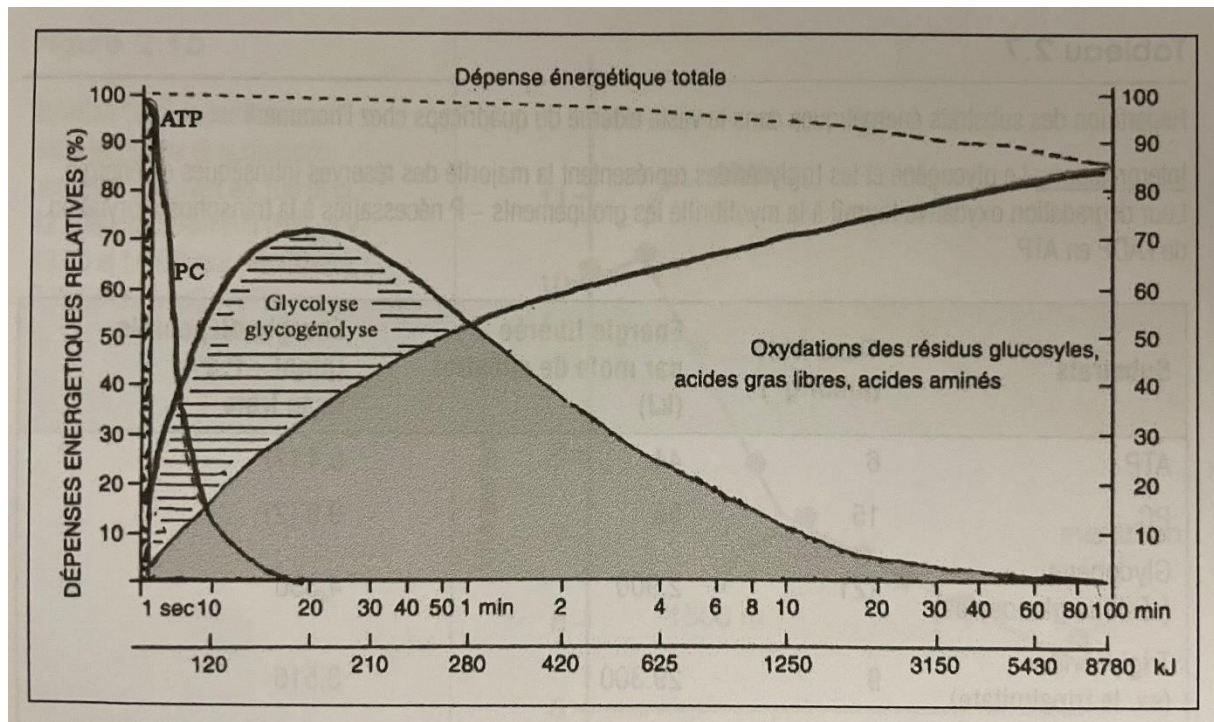
The alactic anaerobic system is the primary energy pathway used to provide energy during short and intense efforts, primarily through phosphocreatine. The resynthesis of phosphocreatine in muscle cells depends on the aerobic pathway, which mainly uses glucose as an energy substrate.

Athletes should consume at least 3.5 g of carbohydrates per kilogram of body weight per day, or even more depending on their specific needs. Low glycemic index (GI) carbohydrates should be prioritized outside of training periods, while high-GI carbohydrates are recommended during and immediately after training to promote recovery. It is worth noting that isolated consumption of high-GI carbohydrates before training may cause reactive hypoglycemia in some individuals.

For strength athletes, consuming low-GI carbohydrates 30 minutes to an hour before training is advised. While carbohydrate intake during exercise can be considered in certain cases, no scientific evidence has proven it to be essential. On the other hand, ingesting high-GI carbohydrates after training is clearly beneficial for optimizing performance and recovery.

Annexes

Annexe 1 : Contribution des diverses voies métaboliques en fonction de la durée de l'effort [9].



Annexe 2 : Extrait de la table des aliments classés en fonction de leur indice glycémique [4].

<u>Aliments ayant un faible IG (< 55)</u>	<u>Aliments ayant un IG moyen (55 – 70)</u>	<u>Aliments ayant un IG élevé (> 70)</u>
Chocolat noir Flocons d'avoine Fructose Haricots blancs Lentilles Oranges Pamplemousse Pâtes et nouilles al dente Pommes Riz sauvage, ou basmati	Ananas Banane bien mûre Muesli Pain multi-céréales Pâtes bien cuites Saccharose	Cornflakes Galette de riz Glucose Maïzena Pain blanc Pomme de terre en purée Pommes de terre bouillies Riz blanc cuisson rapide

Bibliographie

1. Afssa. L'évaluation des risques présentés par la créatine pour le consommateur – Véracité des allégations relatives à la performance sportive ou à l'augmentation de la masse musculaire. *Agence française de Sécurité sanitaire des Aliments*. 2001.
2. Calot P. Les suppléments utilisés en musculation pour améliorer la condition physique. *Université de Lorraine*. 2017.
3. Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*. 2006.
4. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr*. 2002.
5. Leveritt M, Abernethy PJ. Effects of Carbohydrate Restriction on Strength Performance. *J Strength Cond Res*. 1999.
6. Lenat M. UFR des Sciences de Santé Circonscription Pharmacie. *Université de Bourgogne*. 2016.
7. Marinier FC, Frank P-X. Sportifs : boostez vos performances au naturel : conseils pratiques en nutrition, micronutrition, aromathérapie, homéopathie et gemmothérapie : deux pharmaciens vous conseillent. 2014.
8. Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, et al. Exogenous amino acids stimulate human muscle anabolism without interfering with the response to mixed meal ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2005.
9. Poortmans J. Biochimie des activités physiques et sportives. 3ème édition. *Deboeck supérieur*. 2017. Chapitre 2.
10. Saks V, Kongas O et al. Role of the creatine/phosphocreatine system in the regulation of mitochondrial respiration. *Acta Physiol Scand*. 2000.
11. Sawyer JC, Wood RJ et al. Effects of a short-term carbohydrate-restricted diet on strength and power performance. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc*. 2013.
12. Siahkohian M, Farhadi H et al. Effect of Carbohydrate Ingestion on Sprint Performance Following Continuous Exercise. *J Appl Sci*. 2008.

13. Siu PM, Wong SH. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004.
14. Slater G, Phillips SM. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *J Sports Sci.* 2011.
15. Thomas D. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science.* 2016.
16. Tipton KD, Rasmussen BB et al. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001.
17. Vargas-Molina S, Gómez-Urquiza JL et al. Effects of the Ketogenic Diet on Muscle Hypertrophy in Resistance-Trained Men and Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022.