

Périodisation de l'apport en hydrates de carbone dans les sports d'endurance

Par des variations spécifiques de l'apport en nutriments, la stimulation et les adaptations spécifiques de diverses fonctions métaboliques peuvent être modifiées lors de l'entraînement. Ce « Hot Topic » explique comment des adaptations peuvent avoir lieu dans l'organisme lors de modifications diverses dans la prise de hydrates de carbone.

Introduction

Depuis un certain temps déjà, il est clair que les changements que le corps peut déclencher par un stimulus d'entraînement peuvent être soutenus ou supprimés par l'alimentation. Pour les athlètes de niveau élite qui souhaitent une adaptation maximale aux stimuli d'entraînement, cela nécessite une combinaison optimale d'entraînement et de nutrition. Si, par exemple, un athlète qui s'entraîne pour développer sa masse musculaire ne consomme pas assez de protéines, le stimulus est certes créé, mais pas de manière optimale. Il en va de même pour l'apport en glucides avant, pendant ou après une séance d'entraînement. Chaque séance d'entraînement a un objectif spécifique : amener le corps à un niveau supérieur. Par exemple, si l'objectif est d'améliorer le métabolisme des graisses, il faut bien réfléchir au moment où les nutriments doivent être consommés pour maximiser le métabolisme des graisses. Il en va de même pour l'entraînement de haute intensité, où l'on souhaite atteindre le maximum. Un apport en glucides adapté au plan d'entraînement ou de compétition peut être qualifié d'apport périodique en glucides.

Qu'est-ce qu'un apport en hydrates de carbone périodisé ?

Le mot « périodisé » implique également un processus structuré et planifié. Dans le cas de l'alimentation périodisée, cela signifie que l'alimentation est planifiée et adaptée au plan d'entraînement afin de soutenir et d'encourager de manière optimale les processus de changement déclenchés par les stimuli d'entraînement. Certaines mesures peuvent avoir des objectifs à court terme et d'autres à long terme. Un objectif à court terme peut être d'augmenter la combustion des graisses dans une seule unité d'entraînement. Un objectif à long terme serait, dans cet exemple, de générer un avantage dans la compétition cible en répétant de tels stimuli.

Interventions nutritionnelles spécifiques

L'alimentation périodisée ou les interventions nutritionnelles spécifiques à l'entraînement sont fortement liées aux objectifs individuels. Si l'objectif d'un entraînement est d'améliorer la combustion des graisses, il est tout à fait nécessaire de réaliser un entraînement avec une faible disponibilité des glucides ¹⁻⁷. En revanche, si l'objectif est d'améliorer l'absorption des glucides au niveau gastro-intestinal, l'intervention nécessite une augmentation de la consommation de glucides pendant l'effort ⁸. Ces deux objectifs d'entraînement sont complètement différents. Ils sont donc intégrés au plan d'entraînement dans des unités d'entraînement différentes ². Les paragraphes suivants expliquent donc en détail différentes interventions de ce type.

Entraînement avec une disponibilité en hydrates de carbone faible

Différentes méthodes permettent de réaliser un entraînement avec une disponibilité en glucides plus faible. Le concept peut être basé sur des réserves de glucides faibles dans les muscles ou le foie (réserves de glycogène musculaire ou hépatique) ou un entraînement suivant peut être effectué sans consommation de glucides pendant ou après l'unité. Toutes les méthodes peuvent déclencher différents signaux cellulaires dans le corps ou augmenter les réponses oxydatives induites par l'entraînement. Ainsi, le corps est contraint d'apporter des modifications à la musculature ⁹. Jusqu'à présent, peu d'études ont pu montrer un effet d'amélioration des performances ⁹. Une intervention d'entraînement spécifique consisterait par exemple à s'entraîner deux fois par jour et à ne consommer que très peu ou pas du tout de glucides entre les deux. La première séance diminuerait les réserves de glucides (réserves de glycogène) et la deuxième séance se déroulerait avec des réserves de glucides réduites en raison de l'absence de reconstitution de ces réserves. Aucun effet d'amélioration de la performance n'a été observé avec cette intervention d'entraînement.

En revanche, un entraînement à jeun le matin avant le petit-déjeuner est effectué avec des réserves de glucides « normalement » remplies dans les muscles. Lors de cette séance d'entraînement, ce sont surtout les réserves de glucides dans le foie qui sont vidées et le corps doit également produire une réponse cellulaire. L'absence d'apport en glucides pendant une longue séance d'entraînement peut déclencher une réaction de stress dans le corps. Il en va de même pour l'absence d'apport en glucides pendant la phase de récupération après une séance d'entraînement. Chaque méthode a des effets différents sur le corps pendant l'effort ou pendant les processus de récupération et d'adaptation qui suivent.

Enfin, la stratégie "sleep-low" consiste en une combinaison de méthodes : un entraînement à haute intensité (en fractionné) effectué le soir, sans apport d'hydrates de carbone ou très peu pendant la phase de récupération. Les stocks sont réduits. L'athlète passe la nuit dans cet état et continue par un entraînement à jeun le lendemain matin. Ce concept a été étudié dans un nombre limité d'études. Les résultats ne sont pas clairs et il est donc trop tôt pour en tirer des conclusions. D'autres études porteront sur les effets sur la performance, la fonction immunitaire ainsi que sur la quantité et la qualité du sommeil ².

Une dernière possibilité est le régime "low carb high fat" ou régime cétogène ^{7,11-16}, qui consiste à rester dans un état de faible disponibilité en hydrates de carbone (faible consommation et très faible apport pendant l'effort) pendant une période prolongée (de quelques jours à quelques semaines). Il a cependant été démontré qu'une période prolongée dans un état "low carb" avait en principe une influence négative sur le développement de la performance ¹⁷. La combustion des hydrates de carbone est réduite et l'oxydation des graisses est augmentée. Ces effets réduisent la performance dans la plupart des sports où la puissance est principalement fournie par la combustion des hydrates de carbone ^{17,18}. De nouvelles études ont montré que 5 à 6 jours suffisent pour augmenter la combustion

des graisses tout en réduisant la combustion des hydrates de carbone ¹⁸. Ensuite, une semaine d'alimentation riche en hydrates de carbone n'a pas suffi pour rétablir la performance. Les sports d'endurance de longue durée comme l'Ironman pourraient constituer une exception. Selon les calculs, le besoin en hydrates de carbone pourrait être réduit pendant la compétition, surtout dans le domaine du sport amateur, si la combustion des graisses a pu être augmentée au préalable par des interventions nutritionnelles et des adaptations de l'entraînement ¹⁹. Cela pourrait être avantageux pour les athlètes ayant souvent des problèmes gastro-intestinaux pendant l'Ironman. Toutefois, cette affirmation repose sur des calculs et doit certainement faire l'objet d'études plus approfondies.

Les interventions d'entraînement décrites ne sont pertinentes que dans les sports d'endurance. De plus, leur utilisation n'a de sens que pour les athlètes entraînés qui souhaitent soumettre leur corps à un nouveau stimulus afin d'atteindre le dernier pourcentage d'amélioration de la performance. Des facteurs tels qu'un risque accru de surentraînement, une fonction immunitaire limitée ou réduite, ainsi qu'une tolérance réduite à l'effort montre que ces stratégies alimentaires ne conviennent pas à tout le monde. Le risque d'influencer négativement la performance ou le développement de l'entraînement est grand. Il n'est pas certain que de telles stratégies alimentaires soient adaptées aux athlètes féminines.

Entraînement avec une disponibilité en hydrates de carbone importante

Un entraînement avec une disponibilité en hydrates de carbone importante signifie que les réserves de glycogène musculaires et hépatiques sont remplies ou que des hydrates de carbone supplémentaires sont fournis pendant l'entraînement. ² Il a été démontré que la disponibilité en hydrates de carbone influence significativement la qualité de l'entraînement et peut réduire les symptômes de surentraînement et de fatigue. ^{2, 3, 17} De plus, la performance peut être augmentée par un apport ciblé en hydrates de carbone ², ce qui permet de conclure qu'une disponibilité élevée en hydrates de carbone est particulièrement avantageuse lors d'efforts et d'entraînements de haute intensité.

Entraînement du tractus gastro-intestinal

Outre les effets directs de l'alimentation sur les adaptations du corps aux stimuli de l'entraînement, des interventions nutritionnelles ciblées peuvent également être utilisées pour réduire les problèmes gastro-intestinaux, par exemple. Grâce à des mesures ciblées et planifiées, l'absorption et la digestion des hydrates de carbone pendant l'exercice peuvent être entraînées et optimisées afin de réduire les effets secondaires tels que nausées, douleurs abdominales et diarrhées.⁸ Ceci ne s'explique pas seulement par la réduction des effets secondaires, mais aussi par une meilleure évacuation gastrique et une meilleure absorption des hydrates de carbone dans le tube digestif. Il en résulte une meilleure disponibilité des hydrates de carbone pendant l'effort. Afin de modifier l'apport en hydrates de carbone pendant l'exercice, un apport élevé en hydrates de carbone pendant une période de quelques jours à deux semaines semble suffisant ⁸. Pour en savoir plus, consultez le HotTopic Entraînement du tractus gastro-intestinal.

Entraînement « diététique » pour la compétition

L'entraînement « diététique » permet de tester le concept nutritionnel lors d'une séance d'entraînement ^{1,2} Il s'agit de

préparer le tractus gastro-intestinal à un tel effort et à entraîner l'absorption des hydrates de carbone pendant celui-ci ⁸. Mais également de tester la compatibilité des produits sélectionnés, de s'assurer d'un apport suffisant en liquides et de tester des techniques de consommation (par exemple, attraper une bouteille sur une table de ravitaillement, boire dans un gobelet). L'athlète doit être préparé à toutes les éventualités afin d'être prêt le jour J.

Le jeûne par intervalles dans le sport

Le jeûne par intervalles désigne différentes interventions nutritionnelles dans le cadre desquelles de la nourriture est fournie pendant quelques heures par jour et où l'apport énergétique/nutritionnel est totalement supprimé pendant les autres heures. Un exemple serait le modèle 8:16, dans lequel l'énergie est fournie pendant 8 heures et le jeûne pendant les 16 autres heures. Pendant le ramadan, on observe également une sorte de jeûne par intervalles. Peu d'études ont examiné les performances pendant le ramadan ²¹. Il n'est pas encore possible d'évaluer clairement les effets de la modification de l'apport alimentaire sur les performances. La tendance montre certes une accumulation de la fatigue et une diminution de la performance vers la fin de la période du ramadan. En général, la performance ne semble toutefois pas diminuer pendant le ramadan ^{21,22}. Il vaut néanmoins la peine d'adapter les heures et les intensités d'entraînement de manière à garantir la meilleure performance, la meilleure récupération et la meilleure adaptation possibles (par exemple le matin ou le soir après/avant l'apport de nourriture).

En général, il semble difficile de comparer les résultats des études, car les protocoles utilisés (durée de l'intervention, durée de la phase de jeûne, etc.) et les paramètres de résultats étudiés sont différents. Il faut également déterminer si la limitation de l'apport énergétique dans le temps entraîne également une réduction de l'apport énergétique total. Cela signifierait qu'il y aurait un bilan énergétique négatif et que la disponibilité énergétique et la composition corporelle s'en trouveraient modifiées. Cela pourrait également entraîner une diminution de la masse musculaire. En outre, si l'on considère l'apport optimal en protéines, il ne s'agit pas seulement d'un apport total (1,5 à 2,0 g/kg/jour pour les athlètes), mais aussi d'un apport régulier de sources de protéines de haute qualité réparties en 4 à 5 portions sur la journée. Dans le cadre d'une méthode de jeûne intermittent, il ne serait pas possible d'avoir un tel apport optimal en protéines. Pour les athlètes qui s'entraînent plusieurs fois par jour, l'apport énergétique avant, pendant et après l'entraînement "souffrirait" également du jeûne intermittent. En d'autres termes, il se pourrait que les entraînements se déroulent de plus en plus souvent "à jeun" ou qu'aucun aliment ne soit pris après le dernier entraînement pour favoriser de manière optimale l'entraînement et la récupération. De manière générale, la situation ne semble pas idéale pour les athlètes qui pratiquent un sport de haut niveau.

Conclusion : Périodisation des hydrates de carbone

Le concept de périodisation des hydrates de carbone comprend différentes mesures d'interventions nutritionnelles qui peuvent être intégrées dans l'entraînement quotidien. L'utilisation d'une telle périodisation pour maximiser les effets de l'entraînement requiert une connaissance des objectifs à court et à long terme de l'athlète, une étroite collaboration entre l'athlète et l'entraîneur pour une planification individuellement adaptée des interventions et, enfin, une mise en œuvre ciblée par l'athlète.

Auteure : Dr. Joëlle Flück
Date : Décembre 2024, Version 4.0
Validité : Décembre 2027

Littérature

1. Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. Review. *Sports Med.* May 2014;44 Suppl 1:S25-33. doi:10.1007/s40279-014-0148-z
2. Jeukendrup AE. Periodized Nutrition for Athletes. Review. *Sports Med.* Mar 2017;47(Suppl 1):51-63. doi:10.1007/s40279-017-0694-2
3. Hulston CJ, Venables MC, Mann CH, et al. Training with low muscle glycogen enhances fat metabolism in well-trained cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* Nov 2010;42(11):2046-55. doi:10.1249/MSS.0b013e3181dd5070
4. Burke LM, Hawley JA. Effects of short-term fat adaptation on metabolism and performance of prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc.* Sep 2002;34(9):1492-8. doi:10.1249/01.mss.0000027690.61338.38
5. Burke LM, Hawley JA, Angus DJ, et al. Adaptations to short-term high-fat diet persist during exercise despite high carbohydrate availability. *Med Sci Sports Exerc.* Jan 2002;34(1):83-91.
6. Hawley JA. Effect of increased fat availability on metabolism and exercise capacity. *Med Sci Sports Exerc.* Sep 2002;34(9):1485-91. doi:10.1249/01.mss.0000027689.65310.4a
7. Hawley JA, Brouns F, Jeukendrup A. Strategies to enhance fat utilisation during exercise. *Sports Med.* Apr 1998;25(4):241-57.
8. Jeukendrup AE. Training the Gut for Athletes. Review. *Sports Med.* Mar 2017;47(Suppl 1):101-110. doi:10.1007/s40279-017-0690-6
9. Impey SG, Hearris MA, Hammond KM, et al. Fuel for the Work Required: A Theoretical Framework for Carbohydrate Periodization and the Glycogen Threshold Hypothesis. *Sports Med.* May 2018;48(5):1031-1048. doi:10.1007/s40279-018-0867-7
10. Marquet LA, Brisswalter J, Louis J, et al. Enhanced Endurance Performance by Periodization of Carbohydrate Intake: "Sleep Low" Strategy. *Med Sci Sports Exerc.* Apr 2016;48(4):663-72. doi:10.1249/MSS.0000000000000823
11. Burke LM. Re-Examining High-Fat Diets for Sports Performance: Did We Call the 'Nail in the Coffin' Too Soon? *Sports Med.* Nov 2015;45 Suppl 1:S33-49. doi:10.1007/s40279-015-0393-9
12. Fleming J, Sharman MJ, Avery NG, et al. Endurance capacity and high-intensity exercise performance responses to a high fat diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Dec 2003;13(4):466-78.
13. Goedecke JH, Christie C, Wilson G, et al. Metabolic adaptations to a high-fat diet in endurance cyclists. *Metabolism.* Dec 1999;48(12):1509-17.
14. Lambert EV, Goedecke JH, Zyle C, et al. High-fat diet versus habitual diet prior to carbohydrate loading: effects of exercise metabolism and cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Jun 2001;11(2):209-25.
15. Lambert EV, Speechly DP, Dennis SC, Noakes TD. Enhanced endurance in trained cyclists during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;69(4):287-93.
16. Rowlands DS, Hopkins WG. Effects of high-fat and high-carbohydrate diets on metabolism and performance in cycling. *Metabolism.* Jun 2002;51(6):678-90.
17. Burke LM. Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport? *J Physiol.* 02 2021;599(3):819-843. doi:10.1113/JP278928
18. Burke LM, Whitfield J, Heikura IA, et al. Adaptation to a low carbohydrate high fat diet is rapid but impairs endurance exercise metabolism and performance despite enhanced glycogen availability. *J Physiol.* 02 2021;599(3):771-790. doi:10.1113/JP280221
19. Maunder E, Kilding AE, Plews DJ. Substrate Metabolism During Ironman Triathlon: Different Horses on the Same Courses. *Sports Med.* Oct 2018;48(10):2219-2226. doi:10.1007/s40279-018-0938-9
20. Yeo WK, Paton CD, Garnham AP, Burke LM, Carey AL, Hawley JA. Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *J Appl Physiol (1985).* Nov 2008;105(5):1462-70. doi:10.1152/jappphysiol.90882.2008
21. Abaïdia AE, Daab W, Bouzid MA. Effects of Ramadan Fasting on Physical Performance: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med.* May 2020;50(5):1009-1026. doi:10.1007/s40279-020-01257-0
22. Maughan RJ, Fallah J, Coyle EF. The effects of fasting on metabolism and performance. *Br J Sports Med.* Jun 2010;44(7):490-4. doi:10.1136/bjsm.2010.072181
23. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:20. doi:10.1186/s12970-017-0177-8