

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 quelque temps déjà, il est évident que les changements sur l'organisme déclenchés suite à un entraînement peuvent être augmentés ou diminués par la nutrition. Cela exige une combinaison optimale de l'entraînement et de la nutrition chez les athlètes d'élite qui désirent obtenir ces adaptations de manière optimale. Par exemple, si un athlète désire augmenter sa masse musculaire mais qu'il ne consomme pas assez de protéines, aucun stimulus optimal ne sera établi et l'athlète ne sera pas en mesure d'augmenter sa masse musculaire ou très peu. Il en va de même pour l'apport en hydrates de carbone avant, pendant ou après une séance d'entraînement. Chaque séance d'entraînement a un objectif spécifique pour amener l'organisme à un niveau supérieur. Si, par exemple, l'objectif est d'améliorer le métabolisme des graisses, il est peu judicieux d'ajouter des hydrates de carbone avant la séance d'entraînement. Ainsi, la combinaison de diverses formes d'entraînement avec des objectifs d'adaptation physique différents, nécessite également une adaptation de l'alimentation. Un apport en hydrates de carbone adapté au plan d'entraînement ou de compétition peut être qualifié d'apport périodique en hydrates de carbone.

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

Le mot "périodisé" implique un processus structuré et planifié. Dans le cas d'une alimentation périodisée, cela signifie que l'alimentation est spécifiquement planifiée pour correspondre au plan d'entraînement afin de soutenir et de promouvoir de manière optimale les processus de changement spécifiques qui sont déclenchés par les stimuli d'entraînement. Certaines mesures conduisent à poursuivre des objectifs à court terme et d'autres à long terme. Par exemple, un objectif à court terme peut être d'optimiser le poids, tandis qu'un objectif à long terme peut être de maximiser la performance en compétition.

Interventions nutritionnelles spécifiques

La nutrition périodisée et les interventions nutritionnelles spécifiques à l'entraînement sont fortement liées aux objectifs individuels. Si un entraînement a comme objectif d'améliorer la combustion des graisses, il est nécessaire de l'effectuer avec une faible réserve en hydrates de carbone¹⁻⁷, mais si l'on désire améliorer l'absorption des hydrates de carbone par le tractus gastro-intestinal, l'intervention nécessite un apport accru en hydrates de carbone pendant l'exercice⁸. Ces deux méthodes d'entraînement semblent différentes et pourtant, il existe des situations dans le processus d'entraînement où les deux méthodes peuvent jouer un rôle important. Elles sont donc intégrées au plan d'entraînement lors de différentes séances². Les

paragraphes suivants expliquent en détail différentes interventions de ce type.

Entraînement avec une disponibilité en hydrates de carbone faible

L'entraînement avec une faible disponibilité en hydrates de carbone est basé sur différentes interventions. Par exemple, le concept peut être basé sur des réserves de glycogène musculaire ou hépatique faibles ou l'entraînement peut être effectué sans apport de hydrates de carbone pendant ou après la séance. Toutes ces interventions peuvent déclencher différents signaux cellulaires dans l'organisme ou augmenter les réponses oxydatives induites par l'entraînement et ainsi forcer le corps à faire des modifications dans la musculature⁹. Seules quelques études ont pu démontrer un effet d'amélioration sur la performance⁹. Le concept d'entraînement permettant de provoquer une telle réponse cellulaire serait par exemple un entraînement biquotidien en ne consommant que très peu ou pas de hydrates de carbone entre 2. La première unité réduirait donc les réserves glucidiques (stockage du glycogène) et, en raison du manque de reconstitution de ces réserves, la deuxième unité serait réalisée avec un stock glucidique réduit. Cette méthode d'entraînement n'a pas permis d'observer des effets améliorant la performance.

L'entraînement le matin à jeun peut être effectué avec des réserves glucidiques musculaires « normales », les réserves de glycogène hépatiques sont vidées pendant cet entraînement et l'organisme doit également produire une réponse d'adaptation cellulaire. Si aucun hydrate de carbone n'est fourni pendant une période d'entraînement plus longue, cela peut déclencher une réaction de stress pour l'organisme. Il en va de même pour un manque d'hydrates de carbone pendant la phase de récupération après un effort.

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 sommeil².

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 performance¹⁷. 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

carbone¹⁸. 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'entraînement¹⁹. 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 décrites ne s'appliquent qu'aux sports d'endurance. De plus, l'application n'a de sens que pour les athlètes bien entraînés qui veulent exposer leur corps à un nouveau stimulus afin d'améliorer la performance. Des facteurs tels qu'un risque accru de surentraînement, une fonction immunitaire restreinte ou diminuée, ainsi qu'une tolérance à l'effort réduite montre que ces stratégies nutritionnelles ne conviennent pas à tout le monde et qu'il existe de forts risques d'influencer négativement la performance ou l'entraînement. De plus, il n'a pas été possible jusqu'à présent de transférer les résultats intéressants des études dans le domaine des adaptations moléculaires, dans le "cadre réel" et de tirer des conclusions au sujet des effets sur la performance.

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 carbone², 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

En plus des effets directs de la nutrition sur l'adaptation de l'organisme au stimulus d'entraînement, des interventions nutritionnelles ciblées peuvent également être utilisées pour réduire les problèmes du tractus gastro-intestinal. 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 suffisant⁸. 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-ci⁸. 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 ramadan²¹. 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 2021, Version 3.0
Validité : Jusqu'en décembre 2024

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, Hearn 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/bjism.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