

Nutrition dans des conditions environnementales extrêmes : altitude, chaleur, froid

Les athlètes doivent pouvoir s'adapter à tout moment à des conditions extérieures changeantes. L'entraînement et la compétition dans des conditions extrêmes telles que la chaleur, le froid et l'altitude nécessitent certains ajustements pour optimiser les adaptations et les performances de l'entraînement physique dans ces conditions. Ces aspects seront expliqués plus en détails dans ce Hot Topic.

Nutrition en altitude

En altitude, il y a une chute de la pression barométrique et donc une réduction de la disponibilité de l'oxygène. Plus on monte, plus cette condition est prononcée. Le corps tente de compenser cela en augmentant la respiration, le rythme cardiaque et donc la sensation de stress, même à faible niveau d'oxygène. Il a également été démontré que cela augmente la consommation d'hydrates de carbone comme source d'énergie à partir d'une altitude de 3000 m¹. Les premiers jours après la montée en altitude, il y a une augmentation de l'excrétion de liquide et donc une diminution du volume sanguin. Cependant, il a été démontré à plusieurs reprises qu'un séjour de 2 à 3 semaines en altitude (généralement entre 1600 et 2400 m) augmente la production de globules rouges et améliore ainsi le volume sanguin et le transport d'oxygène². C'est finalement l'effet recherché d'un camp d'entraînement en altitude, qui conduit à une amélioration des performances au niveau de la mer. Pour que le corps puisse faire les ajustements souhaités, des modifications dans la nutrition sont nécessaires.

En altitude, par exemple, le besoin en liquides est accru en raison de l'air essentiellement sec et froid et du rythme respiratoire plus rapide. Cette perte accrue de liquide peut entraîner des symptômes tels que des maux de tête. Il est recommandé de boire suffisamment de liquides tout au long de la journée. La quantité de liquides est plus élevée que la quantité habituelle au niveau de la mer (ou à la maison). Cependant, une recommandation semble difficile en raison de divers facteurs (altitude, intensité et durée de l'exercice, conditions environnementales (température, humidité)). Un outil simple permet de vérifier l'état d'hydratation : la mesure de la coloration ou de la densité de l'urine du matin.

La consommation d'énergie au repos augmente en altitude^{3,4}, mais la régulation de l'appétit est moins bonne. En conséquence, on consomme souvent trop peu d'énergie. Cela peut conduire à des ajustements limités de l'entraînement et à une perte de poids non souhaitée. Surtout si l'on considère que dans les camps d'entraînement en altitude, l'entraînement se fait généralement à un niveau plus élevé et que, par conséquent, le besoin en énergie est déjà plus élevé qu'habituellement.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la consommation de glucides et donc le besoin en glucides augmente en altitude.⁴ Il est donc recommandé de consommer des aliments riches en glucides lors des repas principaux et des collations.

Très peu d'études ont porté sur la synthèse des protéines musculaires en altitude. Les modèles animaux montrent une tendance à la réduction de la masse musculaire⁵. En altitude, un apport suffisant en énergie et en protéines est important. Afin

de soutenir la synthèse des protéines musculaires, et à des fins de récupération, il est recommandé de consommer régulièrement (4-5 prises) des portions de protéines de 20-25 g tout au long de la journée, en évitant un bilan énergétique négatif.

En raison de la perte d'appétit à haute altitude (> 3000 m), des aliments très énergétiques ou gras sont souvent consommés. En particulier pour les alpinistes, le poids de la nourriture et le contenu énergétique doivent être dans un rapport optimal. Des aliments énergétiques (par exemple, les noix, le chocolat, etc.) peuvent aider les athlètes dont l'appétit est diminué à couvrir leurs besoins énergétiques.

En raison d'une production accrue de globules rouges, le fer devient également un facteur limitant en altitude.⁶ (pour plus d'informations, voir le Hot Topic "Carence en fer"). Les athlètes qui arrivent à un camp d'entraînement en altitude avec un statut en fer trop faible peuvent développer une carence en fer relativement rapidement. Il est donc conseillé de vérifier le statut du fer 4 à 10 semaines avant le camp d'entraînement afin de remédier à toute carence avant le séjour en altitude.^{6,7} Pendant et après un camp d'entraînement en altitude, il peut également être conseillé de vérifier à nouveau le statut en fer ou même le compléter.⁶ Dans tous les cas, vous devez être accompagné par un médecin du sport. La vitamine D semble également présenter un risque accru de carence en altitude. Cela pourrait avoir des effets sur les fonctions musculaires et immunitaires et donc une influence négative sur l'entraînement en altitude. Là aussi, il est utile de vérifier le taux de vitamine D et de prendre des suppléments si nécessaire.

Des suppléments, comme le nitrate/jus de betterave, par exemple, peuvent augmenter les performances en altitude.

La nutrition dans la chaleur

Des conditions environnementales extrêmement chaudes peuvent augmenter non seulement le stress physiologique mais aussi le stress psychologique associé à l'activité sportive. D'innombrables publications ont montré une réduction des performances lors de chaleur⁹.

Dans des conditions chaudes (et humides), notre corps a besoin de sang non seulement pour transporter l'oxygène vers les muscles mais également pour refroidir le corps par l'intermédiaire de la peau. Cela entraîne une fatigue plus rapide et une augmentation progressive de la température corporelle centrale⁹. Une transpiration extrême entraîne une réduction du volume sanguin, qui à son tour réduit le refroidissement et les performances¹⁰.

En comparaison avec d'autres conditions environnementales telles que l'altitude ou le froid, la consommation d'énergie au repos ne semble pas être affectée par la chaleur.¹¹ Cependant, même dans ce cas, les athlètes peuvent consommer moins d'énergie que nécessaire, ce qui entraîne un déficit énergétique. Par conséquent, même dans des conditions de chaleur, une perte de poids rapide peut se produire en quelques jours.

L'équilibre des liquides est l'un des sujets les mieux étudiés et les plus importants dans le domaine de la nutrition lors de chaleur (et avec un fort taux d'humidité). Dans la plupart des cas,

on ne fait pas de recommandations générales sur la consommation de boissons, mais on mesure le taux de transpiration (voir le calculateur de la quantité à boire) et la perte de sel en cas d'effort. Sur la base de ces données, il est possible de formuler des recommandations individuelles sur le comportement à adopter en matière de consommation de boisson afin de tolérer au mieux la chaleur. Une augmentation préalable du volume du plasma peut également contribuer à garantir que l'organisme dispose de suffisamment de liquide pendant la compétition^{10, 12}. En outre, la reconstitution de l'équilibre hydrique après l'exercice est un facteur central lors d'entraînements et de compétitions par temps chaud. Si des boissons contenant des glucides sont utilisées, les réserves de glucides peuvent être remplies en même temps. Les boissons froides ou les bouillies glacées, consommées immédiatement avant ou pendant l'exercice, sont une stratégie possible pour alimenter le corps en liquide et, dans le cas des bouillies, glacées pour augmenter l'évacuation de la chaleur corporelle¹³. L'absorption de menthol peut également avoir une influence sur la sensation subjective. On suppose l'influence des récepteurs qui donnent au corps la sensation d'être moins chaud.

Sous l'influence de la chaleur, les glucides sont davantage utilisés comme source d'énergie et le métabolisme des graisses est réduit¹⁴. Toutefois, les recommandations actuelles en matière d'apport en glucides sont toujours basées sur la durée et l'intensité de l'activité sportive et moins sur les conditions environnementales.

Comme pour l'altitude, il est possible que la synthèse des protéines musculaires soit également réduite par temps chaud^{15, 16}. Il est donc conseillé de veiller à ce qu'une quantité suffisante de protéines (20-25 g) soit fournie pendant la phase de récupération ou après un entraînement de force.

L'utilisation de compléments alimentaires dans la chaleur n'a pas encore été beaucoup étudiée. Des études ont examiné la supplémentation en caféine et ont constaté certains effets d'amélioration des performances et d'autres aucun effet¹⁷⁻¹⁹. Le glycérol est un supplément utilisé pour remplir excessivement le volume plasmatique avant la compétition/l'entraînement²⁰. Lorsqu'il est utilisé, il semble possible d'éviter la déshydratation pendant la compétition²¹.

En cas de compétition dans la chaleur, il est recommandé de s'adapter à ces conditions environnementales particulières avec une période d'acclimatation de 2 à 3 semaines. Une alimentation saine et équilibrée et la consommation de liquides

en quantité suffisante semblent être les facteurs les plus importants pour s'habituer à cette condition.

Nutrition dans le froid

Le fait de rester dans des conditions environnementales froides peut avoir des effets néfastes sur nos voies aériennes. Le gel et l'hypothermie sont également des symptômes courants dans ces conditions environnementales extrêmes. Les athlètes ayant un faible pourcentage de graisse corporelle et une faible masse musculaire ou un stockage limité de glucides dans les muscles semblent être les plus susceptibles de souffrir d'hypothermie²². Bien entendu, les athlètes pratiquant des sports d'hiver essaient de contrecarrer ces conditions par des vêtements appropriés. Une transpiration excessive et le fait de ne pas faire sécher les vêtements mouillés peuvent entraîner une hypothermie. Dans le froid, il est donc important de maintenir l'équilibre hydrique et de contrer un état hydrique réduit.

Le besoin énergétique au repos peut également être augmenté dans des conditions de froid extrême. Ce besoin énergétique accru est attribué à une production de chaleur excessive et également à la consommation accrue de glucides. Si l'approvisionnement en énergie est insuffisant, la production de chaleur peut être altérée et contribuer à l'hypothermie. Il est donc recommandé d'augmenter l'apport en liquides et en glucides par rapport aux conditions de la vie quotidienne. La consommation d'aliments ou de boissons chauds peut également aider à se sentir mieux et à réchauffer le corps.

Conclusion : la nutrition dans des conditions extrêmes

Que vous alliez en haute altitude, à la chaleur ou au froid, il est conseillé de faire face à l'avance aux conditions environnementales extrêmes et d'établir un plan. C'est la seule façon de s'assurer que le corps s'habitue aux nouvelles conditions et que le stimulus d'entraînement optimal ou les performances maximales peuvent être atteints dans des conditions difficiles. Il est également conseillé d'envisager d'éventuelles modifications du régime alimentaire et de consulter un spécialiste avant de commencer.

Auteur : Dr. Joëlle Flück, Présidente du SSNS

Date : Novembre 2019, version 1.0

Validité : Jusqu'en décembre 2022

Littérature

1. Berglund, B., *High-altitude training. Aspects of haematological adaptation*. Sports Medicine, 1992. **14**(5): p. 289-303.
2. Gore, C.J., K. Sharpe, L.A. Garvican-Lewis, P.U. Saunders, C.E. Humberstone, E.Y. Robertson, N.B. Wachsmuth, S.A. Clark, B.D. McLean, B. Friedmann-Bette, M. Neya, T. Pottgiesser, Y.O. Schumacher, and W.F. Schmidt, *Altitude training and haemoglobin mass from the optimised carbon monoxide rebreathing method determined by a meta-analysis*. British Journal of Sports Medicine, 2013. **47** **Suppl 1**: p. i31-9.
3. Butterfield, G.E., J. Gates, S. Fleming, G.A. Brooks, J.R. Sutton, and J.T. Reeves, *Increased energy intake minimizes weight loss in men at high altitude*. J Appl Physiol (1985), 1992. **72**(5): p. 1741-8.
4. Hill, N.E., M.J. Stacey, and D.R. Woods, *Energy at high altitude*. Journal of the Royal Army Medical Corps, 2011. **157**(1): p. 43-8.
5. Brugarolas, J., K. Lei, R.L. Hurley, B.D. Manning, J.H. Reiling, E. Hafen, L.A. Witters, L.W. Ellisen, and W.G. Kaelin, Jr., *Regulation of mTOR function in response to hypoxia by REDD1 and the TSC1/TSC2 tumor suppressor complex*. Genes and Development, 2004. **18**(23): p. 2893-904.
6. Stellingwerff, T., P. Peeling, L.A. Garvican-Lewis, R. Hall, A.E. Koivisto, I.A. Heikura, and L.M. Burke, *Nutrition and Altitude: Strategies to Enhance Adaptation, Improve Performance and Maintain Health: A Narrative Review*. Sports Med, 2019.
7. Bergeron, M.F., R. Bahr, P. Bartsch, L. Bourdon, J.A. Calbet, K.H. Carlsen, O. Castagna, J. Gonzalez-Alonso, C. Lundby, R.J. Maughan, G. Millet, M. Mountjoy, S.

- Racinais, P. Rasmussen, D.G. Singh, A.W. Subudhi, A.J. Young, T. Soligard, and L. Engebretsen, *International Olympic Committee consensus statement on thermoregulatory and altitude challenges for high-level athletes*. British Journal of Sports Medicine, 2012. **46**(11): p. 770-9.
8. Shannon, O.M., K. McGawley, L. Nyback, L. Duckworth, M.J. Barlow, D. Woods, M. Siervo, and J.P. O'Hara, "Beet-ing" the Mountain: A Review of the Physiological and Performance Effects of Dietary Nitrate Supplementation at Simulated and Terrestrial Altitude. Sports Medicine, 2017. **47**(11): p. 2155-2169.
 9. Nybo, L., P. Rasmussen, and M.N. Sawka, Performance in the heat-physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. Comprehensive Physiology, 2014. **4**(2): p. 657-89.
 10. Sawka, M.N., S.J. Montain, and W.A. Latzka, Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular and Integrative Physiology, 2001. **128**(4): p. 679-90.
 11. Burke, L.M., Nutritional needs for exercise in the heat. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol, 2001. **128**(4): p. 735-48.
 12. Racinais, S., J.M. Alonso, A.J. Coutts, A.D. Flouris, O. Girard, J. Gonzalez-Alonso, C. Hauswirth, O. Jay, J.K. Lee, N. Mitchell, G.P. Nassis, L. Nybo, B.M. Pluim, B. Roelands, M.N. Sawka, J. Wingo, and J.D. Periard, Consensus recommendations on training and competing in the heat. British Journal of Sports Medicine, 2015. **49**(18): p. 1164-73.
 13. Stevens, C.J., L. Taylor, and B.J. Dascombe, Cooling During Exercise: An Overlooked Strategy for Enhancing Endurance Performance in the Heat. Sports Medicine, 2017. **47**(5): p. 829-841.
 14. Jeukendrup, A.E., Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. Biochemical Society Transactions, 2003. **31**(Pt 6): p. 1270-3.
 15. Febbraio, M.A., Alterations in energy metabolism during exercise and heat stress. Sports Medicine, 2001. **31**(1): p. 47-59.
 16. Snow, R.J., M.A. Febbraio, M.F. Carey, and M. Hargreaves, Heat stress increases ammonia accumulation during exercise in humans. Experimental Physiology, 1993. **78**(6): p. 847-50.
 17. Pitchford, N.W., J.W. Fell, M.D. Leveritt, B. Desbrow, and C.M. Shing, Effect of caffeine on cycling time-trial performance in the heat. Journal of Science and Medicine in Sport, 2014. **17**(4): p. 445-9.
 18. Beaumont, R.E. and L.J. James, Effect of a moderate caffeine dose on endurance cycle performance and thermoregulation during prolonged exercise in the heat. Journal of Science and Medicine in Sport, 2017. **20**(11): p. 1024-1028.
 19. Roelands, B., L. Buyse, F. Pauwels, F. Delbeke, K. Deventer, and R. Meeusen, No effect of caffeine on exercise performance in high ambient temperature. Eur J Appl Physiol, 2011. **111**(12): p. 3089-95.
 20. Latzka, W.A. and M.N. Sawka, Hyperhydration and glycerol: thermoregulatory effects during exercise in hot climates. Canadian Journal of Applied Physiology, 2000. **25**(6): p. 536-45.
 21. van Rosendal, S.P., M.A. Osborne, R.G. Fasset, and J.S. Coombes, Guidelines for glycerol use in hyperhydration and rehydration associated with exercise. Sports Medicine, 2010. **40**(2): p. 113-29.
 22. Castellani, J.W., A.J. Young, M.B. Ducharme, G.G. Giesbrecht, E. Glickman, and R.E. Sallis, American College of Sports Medicine position stand: prevention of cold injuries during exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2006. **38**(11): p. 2012-29.
 23. Ocobock, C., Human energy expenditure, allocation, and interactions in natural temperate, hot, and cold environments. American Journal of Physical Anthropology, 2016. **161**(4): p. 667-675.