

Besoins nutritionnels (3)

Alimentation du sportif

Points à comprendre

- L'activité physique (travail, loisir, sport) correspond à tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques entraînant une augmentation substantielle de la dépense d'énergie au-dessus de la dépense énergétique de repos.
- Les contractions musculaires ont pour support, au niveau des fibres musculaires, les glissements des myofilaments d'actine entre ceux de myosine, avec transformation d'énergie chimique provenant de l'hydrolyse de l'ATP en énergie mécanique et thermique. L'ATP, présent en faibles concentrations dans le muscle, doit être rapidement resynthétisé pour la poursuite de l'exercice. Pour un exercice d'une durée supérieure à quelques minutes, l'énergie nécessaire est apportée par la filière aérobie (en présence d'oxygène), principalement à partir de l'oxydation du glucose et des acides gras au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale, l'oxydation des acides aminés étant quantitativement moins importante. La puissance maximale du métabolisme aérobie correspond à la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) mesurée couramment lors d'un exercice standardisé d'intensité croissante.
- L'alimentation du sportif doit répondre aux besoins nutritionnels spécifiques qui découlent des adaptations physiologiques à l'exercice.

A savoir absolument

Besoins en énergie

Assurer ses besoins énergétiques est la première priorité nutritionnelle pour le sportif.

L'activité physique, qu'il s'agisse d'entraînement ou de compétition, augmente la dépense énergétique quotidienne (*voir Pour approfondir : Energie*). Pour répondre à ces besoins énergétiques accrus, les sportifs doivent augmenter leurs apports alimentaires en fonction de la dépense énergétique prévue. A noter cependant que pour une majorité de sujets pratiquant des activités physiques ou sportives de loisir, avec au plus 3 heures par semaine d'activité et au maximum

3 entraînements hebdomadaires, la dépense énergétique de la semaine est peu augmentée. Ce type d'activité physique n'implique donc pas un apport énergétique différent de celui recommandé pour la population générale dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée.

La détermination des besoins énergétiques et le conseil nutritionnel du sportif se font après une évaluation des apports alimentaires (au mieux par entretien diététique) comparée à l'évaluation de la dépense énergétique, en prenant en compte le type d'activité (intensité, durée, fréquence), le degré d'entraînement et la corpulence du sujet (poids et taille, si possible mesure de la composition corporelle). Les besoins énergétiques des sportifs sont variables au cours de l'année, élevés lors de la saison de compétition, plus faibles en intersaison.

Les apports énergétiques accrus des sportifs pratiquant des activités d'intensité élevée doivent être consommés sous forme de repas et de collations. Ceux-ci doivent être riches en énergie, apporter suffisamment de protéines et de micro-nutriments et être facilement digérés et absorbés.

Certains sportifs (ex. sports à catégorie de poids) peuvent réduire leurs apports alimentaires dans le but de contrôler leur poids et de réduire leur masse grasse. Des apports énergétiques insuffisants peuvent entraîner une perte de masse musculaire, une perte de masse osseuse, une diminution de la performance et une augmentation du risque de fatigue, d'accident, de maladie intercurrente et de trouble du comportement alimentaire. Lorsqu'une perte de poids est souhaitée, elle devrait se faire avant le début de la saison de compétition et être suivie sur le plan nutritionnel. A l'inverse, un excès d'apport énergétique peut entraîner une prise de poids et de masse grasse et altérer le profil de risque cardio-vasculaire (glycémie, lipides, pression artérielle). Un suivi médical est alors nécessaire.

Besoins en macro-nutriments

Besoins en glucides

Les glucides représentent le principal substrat énergétique pour la réalisation d'activités sportives de haut niveau d'intensité élevée. Les apports en glucides sont

essentiels pour maintenir la glycémie pendant l'exercice et pour remplacer le glycogène musculaire (*voir Pour approfondir : Glucides*).

Les apports nutritionnels en glucides conseillés pour le sportif d'endurance peuvent représenter 55 à 65 %, voire 70 % de l'apport énergétique total quotidien équilibrant la dépense énergétique. Les apports recommandés en glucides varient de 5 à 12 g/kg de poids corporel par jour en fonction de l'intensité de l'activité prévue. Le type de glucides est variable en fonction du délai par rapport à l'exercice (avant ou après) : plus ce délai est long, plus les glucides seront de type complexe et à index glycémique faible ; inversement, plus ce délai est court, plus les glucides seront de type simple et à index glycémique élevé. Avant la compétition, différents régimes ont été proposés pour obtenir des taux maximaux de glycogène musculaire au départ de l'épreuve. Le principe est de "saturer" l'organisme en glucides pendant la semaine précédant l'épreuve. Ceci est obtenu par la prise de 600-800 g/jour de glucides, représentant 60-70 % de l'apport énergétique total, principalement sous forme de glucides complexes et d'index glycémique moyen à faible (pâtes surtout, riz, pommes de terre...). Parallèlement, le volume quotidien d'exercice est progressivement diminué. Ce type de régime n'est indiqué que pour des compétitions d'une durée minimum de 1,5 à 2 heures.

Pendant la compétition, des glucides simples et d'index glycémique élevé comme le glucose, le saccharose et les maltodextrines sont d'efficacité égale pour le maintien de la glycémie. Les glucides en solution sont plus efficaces que sous forme solide accompagnée d'eau. En pratique, pour des efforts de plus d'une heure, l'ingestion de boissons glucidiques est conseillée correspondant à la prise régulière, toutes les 15 à 30 minutes, de 150 à 300 ml d'une solution (30 à 100 g/l) de glucose ou de polymères de glucose ou de saccharose. A noter que la prise de glucides pendant l'effort ne paraît pas augmenter la performance pour des épreuves d'une durée inférieure à 1 heure.

Après l'effort, il est important pour le sportif de consommer des glucides le plus rapidement possible après la fin de l'exercice. En pratique, est conseillée dès la fin de l'exercice la prise de boissons contenant du glucose (à raison de 0,15 à 0,25 g/kg toutes les 15 minutes pendant 2 à 4 heures). Au-delà de 1 heure après l'exercice, des apports en glucides sous forme solide peuvent être ajoutés ; poursuivis toutes les 2 heures, sur 6 heures ou plus, ils permettront en 24 heures une régénération presque complète des réserves de glycogène musculaire et hépatique.

Besoins en lipides

Les lipides sont utilisés préférentiellement comme substrat énergétique lors d'exercices d'intensité modérée (40-60 % du VO_{2max}) et lors de l'entraînement en endurance (*voir Pour approfondir : Lipides*).

L'importance des apports en lipides dans l'alimentation du sportif découle de l'énergie, des vitamines liposolubles et des acides gras essentiels qu'ils apportent.

Les apports nutritionnels conseillés en lipides pour le sportif d'endurance correspondent à 20-30 % de l'apport énergétique total quotidien, compte tenu du fait que les apports en glucides sont nettement favorisés (cf. ci-dessus). Des apports insuffisants en lipides (< 15 % des apports) ou au contraire hyperlipidiques, de même que la prise d'un repas riche en lipides (60 %) dans les heures précédant l'exercice, n'apportent pas de bénéfice en termes de performance.

Les apports nutritionnels conseillés en acides gras essentiels pour la population générale s'appliquent aux sportifs (10 g/j d'acide linoléique, au moins 2 g/j d'acide alpha-linolénique).

Besoins en protéines

Les protéines ne représentent un substrat énergétique significatif de l'exercice que dans le cas d'exercices d'intensité élevée, de durée très prolongée et/ou lors d'une déplétion préalable des réserves de glycogène. Une éventuelle augmentation des besoins protéiques dépend également du type de sport pratiqué (endurance ou force) (*voir Pour approfondir : Protéines*).

En général, l'apport protéique nécessaire est obtenu par l'augmentation des apports énergétiques totaux nécessaire au maintien du poids chez les sujets sportifs, sans besoin de supplément en protéines ou en acides aminés. A noter que pour les sujets pratiquant une activité physique ou sportive d'intensité modérée, sur une base régulière, par ex. 3 fois une demi-heure à 1 heure par semaine, les besoins protéiques seront couverts par les apports nutritionnels conseillés pour la population correspondante.

Pour les sportifs d'endurance (ex. coureurs de longue distance), l'objectif est l'obtention d'un bilan azoté équilibré, c'est-à-dire un équilibre entre les apports et les pertes protéiques. Les apports nutritionnels conseillés en protéines dans ce cas ont été estimés à environ 1,5-1,7 fois l'apport nutritionnel conseillé pour la population générale correspondante (soit 1,5-1,7 g/kg/jour) et correspondent à 12-16 % de l'apport énergétique total quotidien équilibrant les dépenses énergétiques. Ces apports sont couverts par les aliments courants, dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée.

Pour les sportifs de force (ex. haltérophiles), si le but est le maintien de la masse musculaire, l'objectif est l'obtention d'un bilan azoté équilibré avec des apports de sécurité estimés à 1-1,2 g/kg/j. Si le but est d'augmenter la masse musculaire, l'objectif est de positiver le bilan azoté. Il est alors possible de conseiller des apports de 2 à 3 g/kg/j pendant des périodes ne dépassant pas 6 mois et sous contrôle médical et diététique. Les 2/3 de ces apports doivent être couverts par des aliments courants, le reste par des suppléments (sans dépasser 1 g/kg/j, sous forme de protéines à haute valeur biologique). Des apports supérieurs ne permettent pas une accréation protéique musculaire supplémentaire et ne sont donc pas justifiés en termes d'efficacité.

Besoins en eau et en électrolytes

Les apports en eau et en électrolytes (NaCl) sont indispensables pour remplacer les pertes liquidiennes lors de l'exercice, principalement sous forme de sueur (*voir Pour approfondir : Eau et électrolytes*). La déshydratation diminue la performance et expose au risque d'accident (coup de chaleur).

A l'exercice, la soif n'est pas un critère fidèle de l'importance de la déshydratation et de l'efficacité de la réhydratation. Un bon moyen pour apprécier l'importance de la déshydratation est la pesée avant et après l'exercice. La diminution de la performance est proportionnelle à la déshydratation exprimée en pourcentage de poids corporel perdu. La survenue d'accidents graves, parfois mortels comme le coup de chaleur, est favorisée par une déshydratation supérieure à 4 % du poids.

L'adjonction de NaCl à la boisson n'a pas d'effet significatif actuellement démontré sur la performance physique par rapport à l'eau seule. Cependant, elle limite la baisse de volume plasmatique pendant l'exercice et favorise la rétention du volume liquidien extracellulaire. Pendant les exercices de très longue durée (allant jusqu'à 8-10 heures, ex. triathlons de longue distance), l'apport de NaCl est impératif pour éviter l'apparition d'une hyponatrémie symptomatique (< 130 mmol/l), qui est une urgence, résultant d'un apport de sodium trop faible par rapport à la quantité d'eau ingérée.

Avant l'exercice, il est important, pour prévenir un déficit en eau, d'ingérer une boisson appropriée de façon fractionnée (500 ml dans les 2 heures précédant l'activité), surtout par temps chaud et humide.

Lors de l'exercice, la quantité de boisson à apporter doit être ajustée à la perte d'eau prévisible. Pour un exercice continu d'une durée inférieure à 1 heure, la quantité d'eau à apporter doit être au moins égale à la moitié de la perte de poids prévisible ; une compensation en sel n'est pas nécessaire. Pour un exercice de 1 à 3 heures, l'apport de boisson peut aller jusqu'à 1,5 l/h selon l'intensité de l'exercice et les conditions climatiques ; un complément en NaCl dilué dans la boisson (1,2 g/l) est conseillé. Pour un exercice de plus de 3 heures, un apport de boisson de 0,5 à 1 l/h est recommandé et un complément de NaCl dans la boisson est absolument recommandé. A noter que des concentrations de NaCl >1,2 g/l donnent un goût saumâtre à la boisson qui est alors plus difficile à ingérer.

Après l'exercice, il est important de restaurer le plus rapidement possible l'équilibre hydrominéral, surtout si le sportif doit fournir à court terme un nouvel effort. Dans ce but, il est recommandé d'apporter une quantité de boisson compensant 150 % de la perte de poids obtenue lors de l'activité. La boisson de récupération doit apporter du Na (1,2 g/l) sous forme de NaCl, en association avec d'autres sels de Na (citrate ou acétate). Les apports de sel sous forme de comprimés ou dragées sont déconseillés (aggravation de la déshydratation, troubles digestifs).

Besoins en minéraux et vitamines

L'augmentation des apports énergétiques totaux chez les sujets sportifs, dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée apportée par les aliments courants, doit permettre de couvrir les besoins en minéraux et vitamines dans la majorité des cas, sans besoin de supplémentation spécifique.

Les sportifs à risque de déficience en micro-nutriments sont ceux qui limitent leurs apports énergétiques, en particulier dans le but de perdre du poids, ceux qui éliminent de leur alimentation un ou plusieurs groupes d'aliments, ou ceux qui consomment des régimes riches en glucides avec une faible densité en micro-nutriments.

Une déficience en fer, dont témoigne une ferritinémie abaissée, est observée chez un nombre non négligeable de femmes sportives. Elle s'observe plus rarement chez les hommes. Cette situation peut s'expliquer par des apports insuffisants en fer et par une augmentation des pertes digestives, urinaires et par la sueur, qui dépendent de l'intensité et de la durée de l'exercice. Une supplémentation n'est justifiée qu'en cas d'anémie sidéropénique prouvée. Dans ce cas, la prescription initiale est de 100 mg/j de fer ferreux pendant 1 mois. Une supplé-

mentation systématique en fer sans preuve d'une déficience par un bilan préalable est formellement déconseillée. Le statut pour d'autres minéraux importants (calcium, magnésium, zinc, cuivre, sélénium) est en général satisfaisant chez les sportifs.

La couverture des besoins vitaminiques du sportif a deux objectifs principaux : assurer un statut vitaminique satisfaisant permettant le maintien de l'état de santé et la performance ; aider à la protection cellulaire lors de l'exercice et à la réparation cellulaire lors de la récupération. Un apport supplémentaire en vitamines n'améliore pas la performance des sujets dont le statut vitaminique initial est satisfaisant.

Pour les sportifs pratiquant une activité physique ou sportive occasionnelle ou modérée (1 à 3 heures par semaine), les besoins vitaminiques sont proches de ceux établis pour la population générale correspondante. Pour les sportifs réalisant des exercices intenses et répétés, les besoins et donc les apports recommandés en vitamines dépendent du type de sport pratiqué. Pour les sports d'endurance, les besoins en vitamines "à rôle énergétique" (thiamine, riboflavine, niacine, vitamine B6) et en vitamines "anti-oxydantes" (vitamines C, E et bêta-carotène) sont augmentés. Pour les sports de force, les besoins en vitamine B6 et en vitamines "anti-oxydantes" sont augmentés. En cas de besoin, il est souhaitable d'augmenter les apports de l'ensemble des vitamines et non pas ceux d'une seule d'entre elles, en priorité par une alimentation équilibrée et diversifiée apportée par les aliments courants.

Points essentiels à retenir

- L'alimentation du sportif répond aux adaptations physiologiques à l'exercice. Elle est d'abord basée sur la prise d'aliments courants dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée, sous forme de repas et de collations.
- La première priorité nutritionnelle pour le sportif est que son alimentation soit en quantité suffisante pour couvrir l'augmentation de ses besoins énergétiques. Les glucides représentent le principal substrat pour les activités d'intensité élevée. Les lipides représentent le substrat préférentiel pour les activités d'intensité modérée et lors de l'entraînement en endurance.
- Avant l'effort, l'objectif est d'obtenir un état d'hydratation correct et une teneur optimale en glycogène musculaire (glucides de type complexe et à index glycémique faible). Au cours de l'effort, les trois priorités sont de réhydrater, resucrer et reminéraliser, pour éviter la déshydratation et maintenir la glycémie (boissons sucrées avec NaCl). Après l'effort, l'objectif est de compenser rapidement les pertes liquidienne et de recharger les réserves en glycogène.
- Le plus souvent, les besoins en protéines comme ceux en vitamines et minéraux sont couverts par l'augmentation des apports énergétiques.

Pour approfondir

Énergie

Lors de la contraction musculaire, l'énergie nécessaire à la resynthèse de l'ATP musculaire peut être apportée par 3 filières en fonction du type d'exercice, de son intensité, de sa durée et

du degré d'entraînement. 1) La filière anaérobie (en absence d'oxygène) alactique (sans production de lactate), mise en jeu pour des efforts intenses d'une durée inférieure à quelques dizaines de secondes (sprint), utilise la créatine phosphate musculaire dont les réserves sont très faibles, mais rapidement reconstituées. 2) La filière anaérobie lactique, mise en jeu pour des efforts intenses d'une durée supérieure à 10-15 secondes, utilise le glycogène musculaire par la glycolyse anaérobie aboutissant à la production de lactate. 3) La filière aérobie, mise en jeu pour des efforts plus prolongés, représente le système le plus important de fourniture de l'ATP, principalement à partir de l'oxydation des substrats glucidiques et lipidiques.

La dépense énergétique liée à l'activité physique représente la partie la plus variable de la dépense énergétique totale (de 24 heures). La dépense énergétique liée à l'activité physique dépend des caractéristiques de l'activité physique pratiquée (intensité, durée, fréquence) et des caractéristiques du sujet qui la pratique (niveau d'entraînement, dimensions et composition corporelle). Les besoins énergétiques peuvent doubler pour un marathon et être multipliés par 3 ou 4 lors d'une course cycliste comme le Tour de France au cours de laquelle les sportifs peuvent dépenser de 6,500 à 10,000 kcal/jour.

Glucides

Les réserves de l'organisme en glucides sont limitées (quelques centaines de grammes de glycogène musculaire et hépatique). La déplétion des réserves de glycogène musculaire est le facteur déterminant de l'épuisement du sportif. Après l'effort, le taux de resynthèse du glycogène musculaire est un facteur important de la récupération, c'est-à-dire la possibilité de s'entraîner à nouveau, voire de refaire une compétition dans de brefs délais. Le taux de resynthèse du glycogène musculaire est le plus élevé dans les deux premières heures après l'effort.

Le taux de glycogène musculaire dépend principalement des apports en glucides. Les apports en glucides sont donc essentiels pour maintenir la glycémie pendant l'exercice et pour remplacer le glycogène musculaire.

Lipides

Lors de l'exercice, en valeur relative, la proportion de la dépense énergétique dérivée de l'oxydation des lipides diminue au fur et à mesure que l'intensité de l'exercice augmente. L'inverse se produit pour les glucides. Après une période d'entraînement en endurance, la part des lipides comme substrat énergétique de l'exercice est augmentée ; parallèlement, l'utilisation du glycogène est diminuée. L'augmentation de l'oxydation lipidique s'explique plutôt par une augmentation de la capacité oxydative musculaire que par une augmentation de la mobilisation des lipides du tissu adipeux. Les fibres musculaires contiennent en effet des triglycérides en réserve dans le sarcoplasme (triglycérides intramusculaires).

Un intérêt particulier a été porté aux suppléments en triglycérides à chaîne moyenne (TCM). En effet, comparés aux triglycérides à chaîne longue, les TCM sont plus rapidement absorbés au niveau intestinal et oxydés au niveau mitochondrial. Cependant, l'ingestion de TCM n'a pas actuellement d'effet démontré sur la performance. De plus, du fait d'une tolérance digestive limitée, la contribution des TCM à la dépense énergétique est limitée à environ 7 %.

Protéines

Les mécanismes pouvant expliquer l'augmentation des besoins protéiques chez les sportifs correspondent principalement à la nécessité de réparation des micro-lésions des fibres musculaires pouvant être à l'origine de fuites extracellulaires de protéines (sports d'endurance), et à l'augmentation des apports protéiques nécessaire au gain de masse musculaire (sports de force). Les effets particuliers chez les sportifs de différents acides aminés ont été évoqués. Certains acides aminés à chaîne ramifiée (ex. leucine, isoleucine, valine) pourraient limiter la survenue de

la fatigue au cours de l'effort en interférant avec des mécanismes sérotoninergiques centraux. La glutamine pourrait limiter la déficience immunitaire lors d'un entraînement très intensif. Cependant, il n'existe pas actuellement de données établies permettant d'alléguer un quelconque effet bénéfique d'une supplémentation par ingestion d'un ou de quelques acides aminés chez le sportif.

Eau et électrolytes

Lors de la contraction musculaire, 75 % de l'énergie chimique provenant des oxydations cellulaires est transformé en chaleur et seulement 25 % sert à produire de l'énergie mécanique. La chaleur produite par les muscles est transférée à la périphérie par la circulation. Elle est éliminée à la surface de l'organisme principalement par évaporation sous forme de sueur (580 kcal par litre de sueur évaporée).

Le débit sudoral peut parfois être considérable. Il dépend surtout de l'élévation de la température interne et d'autres facteurs tels que l'entraînement, l'acclimatation à la chaleur et le niveau d'hydratation corporelle. Il est plus élevé en ambiance chaude. Les pertes hydriques peuvent ainsi s'élever à 1-3 litres par heure, parfois sur plusieurs heures. Lors d'un footing, un coureur peu entraîné peut perdre de 0,5 à 1 litre par heure. Lors de sports comme le football ou le tennis professionnel, les joueurs peuvent perdre jusqu'à 3 à 4 litres par match. L'électrolyte le plus important excrété dans la sueur, constituée en majorité d'eau, est le sodium (NaCl, 20 à 60 mmol/l).

Minéraux et vitamines

L'importance du fer chez le sportif vient de son rôle dans le transport de l'oxygène (hème de l'hémoglobine). Le taux sanguin d'hémoglobine est directement lié à la puissance aérobie maximale (VO_{2max}).

L'implication des vitamines dans l'exercice tient, d'une part, à leur participation comme coenzymes à la production d'ATP lors du fonctionnement des cellules musculaires (rôle énergétique), et, d'autre part, à leur pouvoir anti-oxydant (vitamines C, E, et bêta-carotène) qui pourrait protéger les structures et constituants cellulaires des effets des radicaux libres dérivés de l'oxygène produits pendant l'exercice.

Compléments et suppléments pour sportifs

De nombreux produits disponibles sur le marché sont supposés augmenter la performance. Pour une majorité d'entre eux, il n'existe pas de données scientifiques permettant de justifier ces allégations et de prouver leur innocuité. L'ingestion chronique de créatine (20 g/j) permet d'augmenter d'environ 20 % la quantité totale de créatine musculaire et d'améliorer la performance lors d'exercices de très haute intensité et de courte durée comme le sprint (filière anaérobie alactique). La toxicité de tels apports, qui représentent 10 fois les apports habituels, n'est pas clairement définie. La prescription et la vente de créatine est interdite par la loi en France.

Pour en savoir plus

Guilland J.C., Margaritis I., Melin B., Pérès G., Richalet J.P., Sabatier P.P. - *Sportifs et sujets à activité physique intense*. In: Martin A, coordonnateur. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. 3^e édition. Paris: Editions Tec et Doc; 2001; pp. 337-94.

Guezennec C.Y. - *Le statut nutritionnel du sportif*. *Cah. Nutr. Diét.* X.

Monod H., Flandrois R. - *Physiologie du sport. Bases physiologiques des activités physiques et sportives*. 4^e édition. Paris: Masson; 1997.

Pérès G. - *Nutrition du sportif*. In: Brunet-Guedj E., Genety J., éditeurs. *Abrégé de médecine du sport*. 8^e édition. Paris: Masson; 2000; pp. 274-94.