

Alimentation : femmes et sport

Au cours des dernières années, il est devenu de plus en plus évident que les sujets de science sportive étaient principalement traités avec des athlètes ou des participants masculins. En raison des différences génétiques, hormonales et physiques entre les hommes et les femmes, il semble désormais évident que les résultats de ces études ne peuvent pas être transposés tels quels aux athlètes féminines.

Introduction

Le Comité international olympique a atteint une participation féminine de près de 50% aux Jeux olympiques d'été de Tokyo 2021 et parle des premiers "Jeux olympiques équilibrés en termes de genre dans l'histoire" ¹. Mais, que savons-nous en matière de sciences du sport et de nutrition dans les domaines de l'entraînement, du cycle menstruel et de la nutrition dans le sport féminin ? Seule une petite partie (35%) des études scientifiques ont été menées sur des femmes ². Les raisons en sont multiples : facteurs liés au cycle menstruel, densité de performance plus faible, moins de participantes disponibles ^{2,3}. Ainsi, il est actuellement possible de formuler des recommandations basées sur des preuves pour les femmes dans très peu de disciplines. Souvent, les recommandations issues d'études menées avec des hommes servent de base pour les deux sexes. L'objectif de ce résumé est de montrer dans quelle mesure les athlètes féminines se distinguent des athlètes masculins en matière d'alimentation sportive et dans quels domaines la recherche doit se poursuivre afin de pouvoir formuler des recommandations claires en matière d'entraînement et d'alimentation pour les athlètes féminines.

Les différentes phases de la vie d'une femme au cours de sa carrière sportive

Au cours de leur carrière sportive, les femmes passent par différentes phases qui ont une influence directe sur leur santé, leur alimentation et leurs performances.

Puberté

Pendant le processus de maturation de la jeune fille en femme, il y a d'une part une croissance et donc un besoin accru d'énergie, et d'autre part une prise de poids et des modifications corporelles dues aux changements hormonaux. Dans les sports esthétiques, mais aussi dans les sports d'endurance, cela peut entraîner une stagnation des performances jusqu'à ce que l'on s'habitue à la nouvelle constitution corporelle. Cette étape du développement est également une phase délicate en ce qui concerne la manifestation d'un trouble alimentaire ^{4,5}. 14% des filles qui font du sport ont un comportement alimentaire perturbé, contre 5,7% des filles non actives et 7% des garçons sportifs ⁵. Souvent, les jeunes femmes modifient leurs habitudes alimentaires et réduisent par exemple leur consommation de glucides ou renoncent à la viande pour adopter une alimentation végétarienne, voire végétalienne ⁶. Dans cette phase de vie, il convient de promouvoir un apport énergétique adapté aux besoins et un comportement alimentaire sain afin de prévenir un déficit énergétique relatif et, par conséquent, des conséquences négatives sur la santé et les performances ⁷. L'arrivée de la ménarche (premières règles) entraîne également une augmentation des pertes de sang mensuelles et, par conséquent, des besoins en fer ⁸. Chez les jeunes femmes,

cela conduit souvent à une carence en fer, avec ou sans anémie, qui peut avoir une influence sur les performances. Voir également "Hot Topic : l'alimentation des jeunes athlètes".

Age de procréation

Après la puberté, il y a un moment où l'on se détache du foyer parental. Chaque femme est alors responsable de son quotidien et de sa santé. Le cycle menstruel s'est stabilisé et la question des moyens de contraception devient encore plus concrète. Comme chaque méthode présente des avantages et des inconvénients, il convient de bien réfléchir au choix ou d'en discuter avec un spécialiste (gynécologue, médecin du sport, etc.). Vous trouverez de précieuses informations sur les différents moyens de contraception dans le dossier « Femme et sport de haut niveau » de Swiss Olympic.

Grossesse et allaitement

Plus tard dans la carrière d'une sportive, la grossesse peut entraîner des changements hormonaux, mais aussi physiques et psychiques. Une grande pression pèse sur les athlètes féminines. Les entraîneurs, les sponsors, les fans et les exigences personnelles exigent un retour rapide à la compétition. Cela signifie que le poids accru par la grossesse et le niveau de forme physique réduit doivent être corrigés sous la contrainte du temps afin de rester compétitives. Il s'agit d'un exercice d'équilibre difficile : D'une part, il faut obtenir un bilan énergétique négatif pour la perte de poids, d'autre part, le corps a besoin de suffisamment d'énergie pour la production de lait, pour l'allaitement, pour l'intensité croissante de l'entraînement, pour une bonne récupération malgré le manque de sommeil et éviter les blessures ^{9,10}.

Ménopause

En moyenne, vers l'âge de 54 ans, un nouveau changement hormonal se produit pendant la ménopause ¹¹. Durant cette phase, l'apport énergétique, le maintien de la masse musculaire et la santé des os sont au premier plan. Les œstrogènes anabolisants font défaut et la masse musculaire diminue, ce qui peut représenter jusqu'à 0,6% par an ¹². Cette diminution entraîne une baisse de la capacité de performance, mais aussi une diminution des besoins énergétiques, avec un besoin élevé/accru en protéines et en micronutriments. Durant cette phase, le risque de développer une ostéopénie ou une ostéoporose est plus élevé ¹³. Les facteurs nutritionnels tels que l'apport en protéines, en calcium et en vitamine D doivent être pris en compte.

On peut retenir qu'il vaut la peine d'accompagner et de conseiller les athlètes féminines dans toutes ces phases du point de vue nutritionnel. C'est la seule façon d'éviter, par exemple, les troubles alimentaires, les carences nutritionnelles, la diminution de la densité osseuse ou les troubles hormonaux.

Modifications hormonales au cours du cycle

Les modifications hormonales au cours du cycle menstruel doivent être prises en compte dans la gestion de l'entraînement et dans l'alimentation. Le cycle de la femme est divisé en trois phases sur la base des changements hormonaux : la phase folliculaire (première moitié du cycle), la phase ovulatoire (milieu du cycle) et la phase lutéale (deuxième moitié du cycle) ¹⁴.

Quelle est l'influence du cycle menstruel sur mon entraînement ?

Sibylle Matter, Patrik Noack, Joëlle Flück

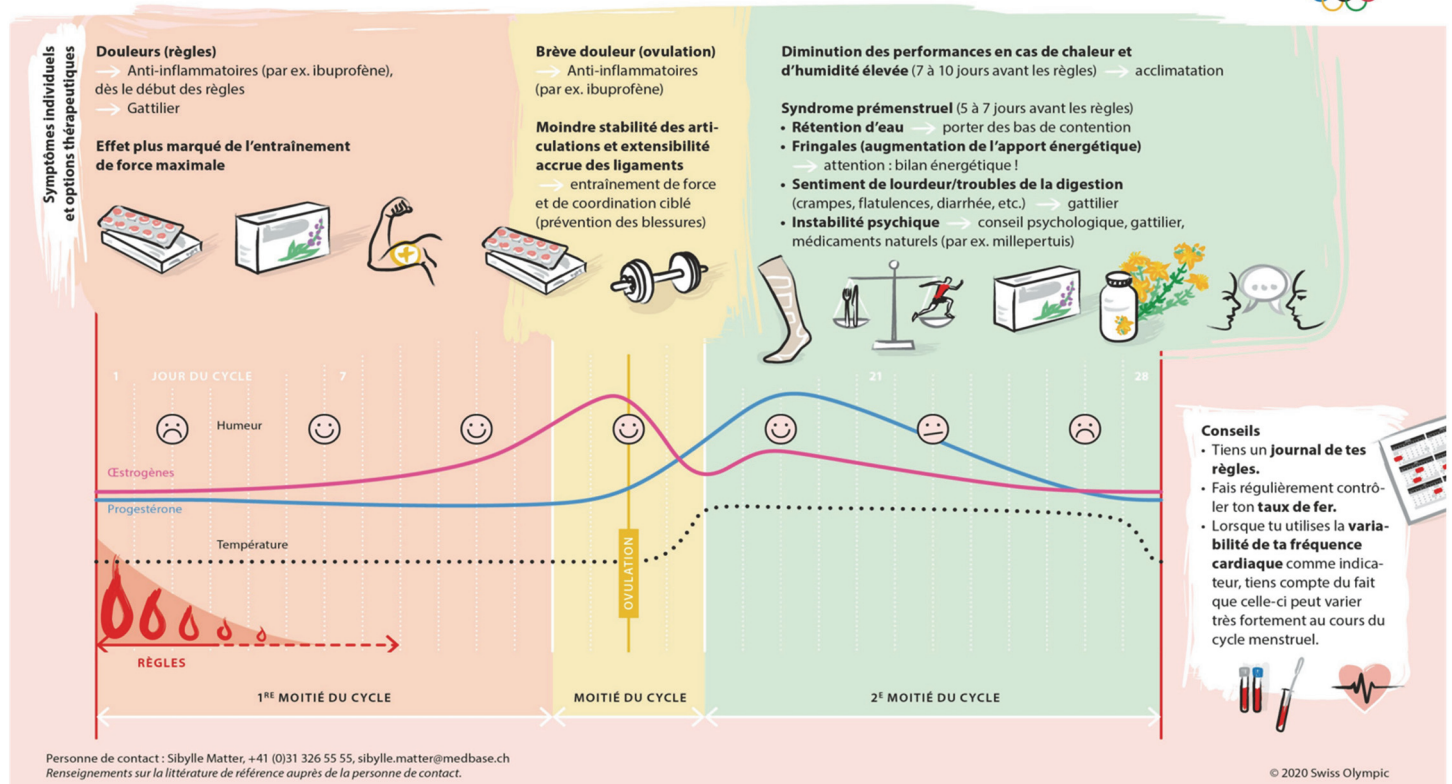


Figure 1. Influence du cycle menstruel. Infographie de Swiss Olympic.

Un tel cycle fonctionnel ne peut pas être observé chez toutes les athlètes féminines (figure 1), car il se dérègle rapidement en cas de perturbation du statut énergétique. Dans les cas extrêmes, il peut arriver que les menstruations soient absentes.

Environ 50% des athlètes féminines déclarent utiliser des contraceptifs hormonaux¹⁵. Les modifications hormonales liées au cycle mentionnées ci-dessus ne s'appliquent pas à ces athlètes. La contraception hormonale peut toutefois faciliter le quotidien sportif d'une athlète en fonction de la situation, par exemple en atténuant les troubles du cycle et les sautes d'humeur (syndrome prémenstruel) ou en permettant de retarder le cycle.

Chaque femme, qu'elle utilise une contraception hormonale ou non, vit son cycle différemment. Le principe "One Size Fits All" est loin de s'appliquer ici. L'athlète doit être sensibilisée à l'observation de son corps et à l'adaptation de l'entraînement et de l'alimentation en fonction des expériences acquises. C'est la première étape importante pour comprendre dans quelle mesure le "cycle" peut influencer la performance, l'entraînement et l'alimentation de l'athlète féminine.

Aspects physiologiques et de performance du cycle naturel

Les modifications hormonales susmentionnées chez les femmes ayant un cycle spontané régulier entraînent également des modifications physiologiques de la performance. Par exemple, la température corporelle centrale change et se traduit par une augmentation de 0,3 à 0,7 °C pendant la phase

lutéale (PL)¹⁶. La fonction de transpiration semble également commencer plus tard pendant cette phase¹⁶.

Cette augmentation de la température peut également être prise en compte dans les protocoles de refroidissement et d'hydratation lors de l'entraînement ou des compétitions sous la chaleur.

De plus, pendant la PL, l'oxydation des graisses au repos, tout comme la dépense énergétique au repos, augmente de 2,5 à 11,5%^{18,19}. Parallèlement, on observe une augmentation de l'oxydation des protéines au repos pendant la PL¹⁷. Il n'est pas clair s'il y a ou non un effet d'économie de glycogène pendant la PL. Cependant, les résultats de Devries et al. (2006) le suggèrent. Ils ont montré que les réserves de glycogène musculaire s'épuisent moins rapidement pendant la PL que pendant la phase folliculaire²⁰.

Si l'on considère la performance pendant le cycle, 42% des femmes sportives indiquent que le cycle a une influence négative sur l'entraînement et la performance²¹. Les études résumées dans la revue de Carmichael et al. (2021)¹⁴ présentent des résultats similaires. McNulty et al. (2020)²² ont attesté, selon les résultats de leur étude, une performance sportive réduite surtout pendant la première moitié du cycle - en particulier pendant la phase folliculaire précoce. En revanche, la performance de force semble être meilleure pendant la phase folliculaire par rapport à la phase lutéale¹⁴. Dasa et al. (2021)²³ n'ont en revanche pas mis en évidence de différences dans différents paramètres de force entre les femmes, pendant la phase folliculaire et la phase lutéale ainsi que chez les femmes qui prennent la pilule. D'autres auteurs indiquent que la force

maximale est plus élevée à la fin de la phase folliculaire et jusqu'à l'ovulation ²⁴. On suppose que les taux d'estradiol continuent d'avoir une influence sur l'hypertrophie et la régénération musculaires. En raison de la faible qualité des études et du nombre restreint d'études menées, il n'y a pas encore suffisamment de preuves pour s'attendre à ce que les fluctuations hormonales influencent les performances ou les adaptations de l'entraînement ²⁵. Il semble donc prématuré d'adapter l'entraînement aux phases du cycle. De plus, son utilisation se limite au pourcentage le plus élevé d'athlètes de haut niveau qui n'utilisent pas de contraception hormonale et qui ont effectivement un cycle « fonctionnel ». D'autres études bien contrôlées sont nécessaires pour examiner plus précisément l'influence du cycle sur les adaptations pendant l'entraînement de force, sur la performance et sur la régénération.

Le tractus gastro-intestinal peut également subir des modifications au cours du cycle. Ainsi, des modifications de la fréquence et de la consistance des selles, ainsi que des effets secondaires tels que des ballonnements ou des crampes gastro-intestinales, semblent se produire fréquemment juste avant ou pendant le début des menstruations ²⁶. En outre, l'apport énergétique semble être plus important dans la deuxième moitié du cycle que dans la première. Cette observation pourrait être liée à une modification de la régulation de l'appétit ainsi qu'à des facteurs psychologiques et psychiques. La survenue de phases dépressives ainsi que l'augmentation de l'apport énergétique (ce que l'on appelle le "food-craving") semblent également être plus importantes juste avant le début des menstruations ²⁷.

En tant qu'athlète, quels facteurs influencent mon alimentation ? Quels conseils peuvent m'être utiles ?

Joëlle Flück, Simone Reber

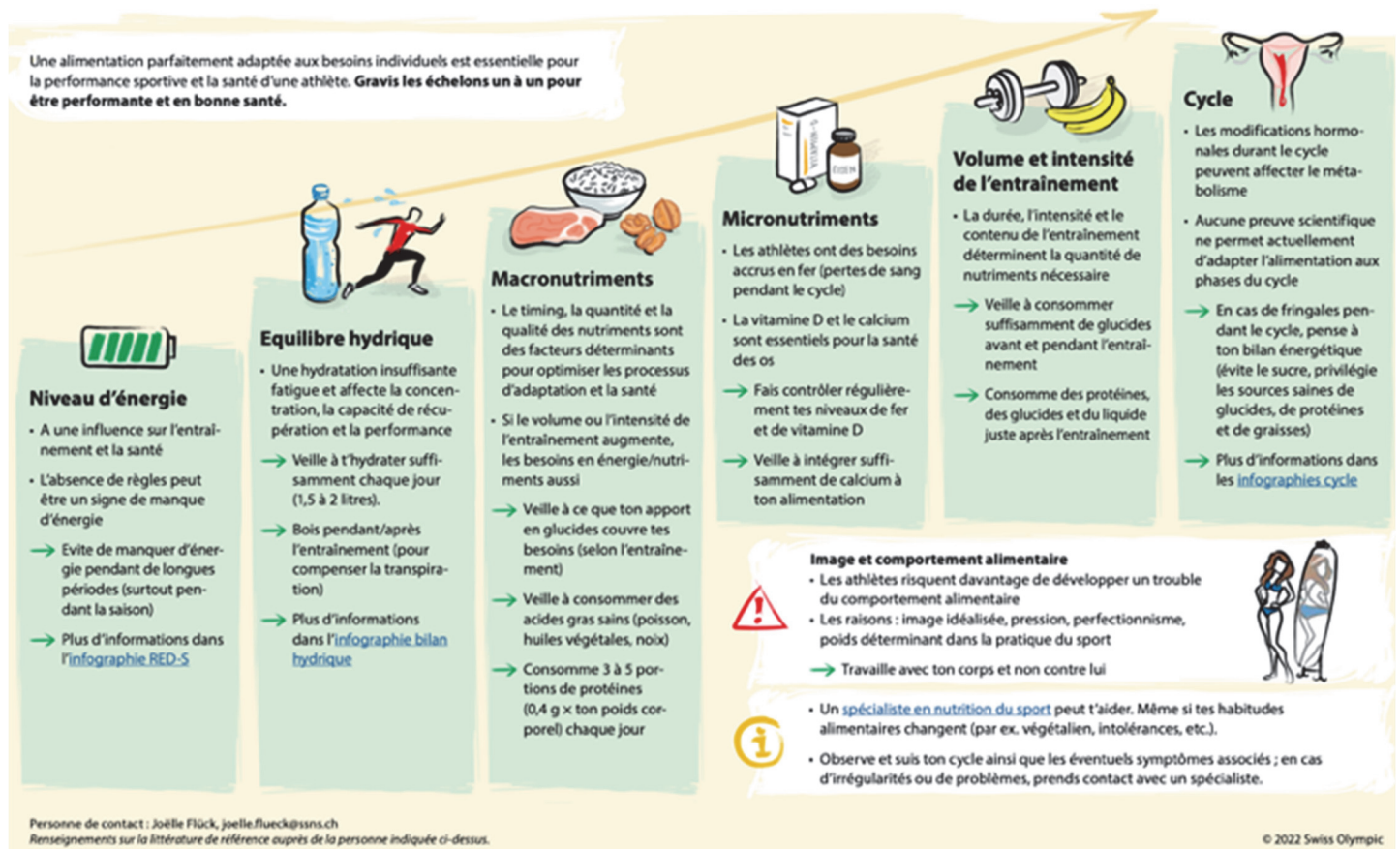


Figure 2. Quels sont les facteurs qui influencent mon alimentation ?

Différences entre les hommes et les femmes

Des différences claires entre les hommes et les femmes sont également visibles dans le domaine de la composition corporelle. Les hommes sont en moyenne plus grands et plus lourds que les femmes et ont une masse maigre plus élevée et un pourcentage de masse grasse plus faible ²⁸.

Tarnopolsky et al. (1990) ²⁹ ont montré que les femmes, contrairement aux hommes, tirent une plus grande partie de leur

énergie de la combustion des graisses, à intensité d'exercice égale. Tate et Holtz (1998) ³⁰ décrivent dans leur revue que toutes les études n'ont pas pu démontrer cet effet, mais qu'il existe une tendance à une plus grande combustion des graisses chez les femmes pour une même intensité d'effort. D'autres facteurs semblent toutefois être beaucoup plus pertinents en ce qui concerne la combustion des graisses (par exemple, l'alimentation immédiate avant ou pendant la séance d'entraînement).

Bien que les méthodes d'entraînement en musculation semblent être les mêmes pour les hommes et les femmes, il existe

des différences dans la physiologie musculaire et les valeurs de force entre les hommes et les femmes ²⁴. Par exemple, les femmes ont un pourcentage plus élevé de fibres musculaires de type I et présentent donc une meilleure résistance à la fatigue que les hommes. En revanche, la proportion plus faible de fibres musculaires de type II et la masse musculaire absolue plus faible entraînent une force maximale plus faible. La concentration de testostérone chez les femmes représente 10 % de celle des hommes. De plus, chez les hommes, les séances d'entraînement intensives entraînent une libération supplémentaire de testostérone anabolisante via l'activation de l'axe des hormones de stress. Cela n'a pas été observé dans la même mesure chez les femmes ²⁴. Le taux de testostérone ne varie pas non plus beaucoup pendant le cycle menstruel chez les femmes. L'influence des hormones et de leurs fluctuations au cours du cycle sur le taux d'accumulation des protéines musculaires doit encore être étudiée.

Différentes études ont examiné le stockage du glycogène dans les muscles chez les hommes et les femmes. A l'origine, on a observé que les femmes remplissaient moins bien leurs réserves de glycogène que les hommes pour un même apport relatif en glucides (75% de l'apport énergétique provenant des glucides) ³¹. D'autres études ^{32, 33} ont pu montrer par la suite que les femmes pouvaient atteindre le même niveau de remplissage des réserves de glycogène que les hommes en consommant 8 à 10 g de glucides par kg de poids corporel ²⁰. On peut donc supposer que les femmes, avec ou sans contraception hormonale, peuvent atteindre le même état de remplissage des réserves de glycogène avec des protocoles de charge en glucides similaires ³⁴.

En ce qui concerne l'apport en glucides pendant l'effort, toutes les connaissances sont basées sur des études menées sur des participants masculins ³⁴. Actuellement, il n'y a donc pas d'autre choix que de s'orienter vers les recommandations générales. Au repos, le temps de vidange gastrique et le temps de transit intestinal semblent être plus élevés chez les femmes que chez les hommes ³⁵. On ne sait pas encore si ces différences sont dues aux hormones spécifiques au sexe. Pendant l'exercice physique, aucune différence entre homme et femme n'a été observée en ce qui concerne la vidange gastrique et l'absorption de glucides ³⁶.

Stratégies alimentaires spécifiques aux femmes

Énergie

En raison de leur plus petite taille, de leur poids inférieur et de leur masse maigre plus faible, les athlètes féminines ont des besoins énergétiques moins importants que leurs homologues masculins. ³³ Pour être en bonne santé et capables de se reproduire, mais aussi pour obtenir des effets d'entraînement et des performances optimales, il est important pour les athlètes féminines que leur apport énergétique couvre leurs besoins. Or, comme le montre le fait que 22 à 58% des athlètes féminines ne couvrent pas suffisamment leurs besoins énergétiques ³⁷ et souffrent de ce que l'on appelle un REDs (déficit énergétique relatif dans le sport), cet objectif n'est pas facilement atteint. Voir à ce sujet le Hot Topic "Disponibilité énergétique dans le sport". Pour éviter cela, il est recommandé que les athlètes soient suivies et accompagnées individuellement pour les questions de nutrition sportive, en fonction de leur sport. Il est également important que les entraîneurs et les accompagnateurs connaissent cette problématique et sachent comment y faire face. L'influence des médias sociaux sur la santé physique et psychique ne doit pas non plus être négligée ³⁸.

Hydrates de carbone

En principe, il est recommandé d'adapter l'apport quotidien en hydrates de carbone au contenu de l'entraînement et à la charge d'entraînement globale ^{34, 39, 40}. Cela signifie que, selon la durée et l'intensité de la séance d'entraînement, des quantités plus faibles d'hydrates de carbone (p. ex. 3-4 g/kg/jour pour une journée d'entraînement légère) ou plus importantes (p. ex. 8-12 g/kg/jour pour une journée d'entraînement très intensive) sont nécessaires. Comme le cycle a une influence sur la régulation de l'appétit, les fringales ou les problèmes gastro-intestinaux, ces points doivent être pris en compte ³⁴. Comme nous l'avons déjà mentionné, les possibilités de stockage du glycogène sont éventuellement réduites pendant la phase folliculaire. C'est pourquoi il est recommandé aux athlètes de consommer des hydrates de carbone avant l'entraînement d'endurance afin d'optimiser la disponibilité des hydrates de carbone ¹⁷. Malgré cela, il semble que plus de 50% des athlètes féminines s'entraînent régulièrement à jeun (entraînement sans apport énergétique préalable).⁴¹ De nouveaux projets de recherche devraient également étudier cet aspect plus en détail chez les athlètes féminines ³⁴. Jusqu'à ce que l'on dispose d'un grand nombre de nouvelles études sur les athlètes féminines, qui ont examiné l'apport en glucides pendant la performance sportive en fonction du volume d'entraînement et du cycle, les recommandations alimentaires concernant l'apport en glucides sont les mêmes pour les athlètes féminines que pour les athlètes masculins. On ne sait pas non plus quels effets "Train Low", c'est-à-dire un entraînement avec des réserves de glycogène vides, peut avoir sur la performance, la santé et l'adaptation à l'entraînement chez les femmes.

Protéine

Les recommandations concernant l'apport en protéines, expliquées par Thomas et al. (2016) (4-5 portions de protéines par jour, sources de protéines de bonne qualité, 0,3 g/kg par repas), sont identiques pour les hommes et les femmes. En raison de l'augmentation du taux de conversion des protéines, l'apport recommandé en protéines dans le sport (1,2 à 2,0 g/kg/jour) est bien supérieur à celui recommandé pour la population "normale" (0,8 g/kg/jour) ³⁹. Une revue récente résume les études existantes qui ont examiné la relation entre l'apport en protéines et le bilan azoté chez les femmes ⁴². Pour toutes les catégories examinées (entraînement en endurance, entraînement en force et entraînement intermittent), l'apport en protéines recommandé semble se situer dans la fourchette susmentionnée de 1,2 à 2,0 g/kg/jour. Les auteurs décrivent également que, par exemple, le profil des acides aminés dans le sang des femmes qui utilisent une contraception hormonale est différent de celui des femmes qui ont un cycle naturel, normal et régulier. Moore et al. (2021) ³⁴ écrivent que les femmes, tout comme les hommes, qui se nourrissent principalement de sources de protéines végétales, devraient consommer minimum 10% de protéines en plus.

Liquide

Pendant le cycle menstruel, la sensation de soif et l'équilibre hydrique du corps varient ⁴⁴ et une rétention d'eau peut se produire. Le port de bas de contention à la fin de la phase folliculaire et pendant la PL peut aider à prévenir cette rétention d'eau dans les jambes. Giersch et al. (2020) ⁴³ décrivent en outre que le corps féminin est plus enclin à la déshydratation, surtout pendant la PL, que pendant les autres phases du cycle. Il est bien connu qu'une déshydratation, c'est-à-dire un manque de liquide, a une influence négative sur la capacité d'endurance ⁴⁴. Il reste à étudier si la déshydratation liée au cycle a une influence sur l'apport en liquide pendant le sport.

Micronutriments

En raison de la perte de sang mensuelle, les besoins en fer sont plus élevés chez les athlètes féminines⁸. D'autre part, l'effort sportif intense et le taux d'hepcidine élevé qui en résulte inhibent l'absorption du fer. D'autre part, l'alimentation joue également un rôle important : un apport énergétique trop faible, un apport insuffisant d'aliments riches en fer ainsi que la consommation simultanée d'aliments qui inhibent l'absorption du fer (par exemple le café) ne permettent souvent pas de couvrir les besoins en fer⁴⁵ (pour plus d'informations, voir la fiche d'information sur la carence en fer dans le sport).

Le calcium et la vitamine D doivent également faire l'objet d'une attention particulière chez les athlètes féminines¹⁷. Le calcium, qui est principalement apporté par les produits laitiers et l'eau minérale, est essentiel à la régulation du métabolisme osseux et donc décisif pour la santé des os. L'apport est généralement insuffisant chez les femmes. Les femmes sont également plus souvent touchées par un déficit énergétique relatif et une diminution de la densité osseuse est plus fréquente⁴⁶. Un apport adéquat en calcium fait partie de la thérapie. Dans ce contexte, il vaut également la peine de vérifier le statut en vitamine D, qui est également en relation avec une bonne densité et santé osseuses.

Conclusion

Chaque femme est unique et passe par différentes phases de sa vie qui influencent son alimentation et sa capacité de performance. Il convient d'être attentif aux points suivants :

Littérature

1. The International Olympic Committee I. Tokyo 2020 first ever gender-balanced Olympic Games in history, record number of female competitors at Paralympic Games. www.olympics.com. Accessed 23.08.2021, 2021.
2. Costello JT, Bieuzen F, Bleakley CM. Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research? *Eur J Sport Sci*. 2014;14(8):847-51. doi:10.1080/17461391.2014.911354
3. Elliott-Sale KJ, Minahan CL, de Jonge X, et al. Methodological Considerations for Studies in Sport and Exercise Science with Women as Participants: A Working Guide for Standards of Practice for Research on Women. *Sports Med*. May 2021;51(5):843-861. doi:10.1007/s40279-021-01435-8
4. Martinsen M, Bratland-Sanda S, Eriksson AK, Sundgot-Borgen J. Dieting to win or to be thin? A study of dieting and disordered eating among adolescent elite athletes and non-athlete controls. *Br J Sports Med*. Jan 2010;44(1):70-6. doi:10.1136/bjsm.2009.068668
5. Martinsen M, Sundgot-Borgen J. Higher prevalence of eating disorders among adolescent elite athletes than controls. *Med Sci Sports Exerc*. Jun 2013;45(6):1188-97. doi:10.1249/MSS.0b013e318281a939
6. Cialdella-Kam L, Kulpins D, Manore MM. Vegetarian, Gluten-Free, and Energy Restricted Diets in Female Athletes. *Sports (Basel)*. Oct 21 2016;4(4):doi:10.3390/sports4040050
7. Wells KR, Jeacocke NA, Appaneal R, et al. The Australian Institute of Sport (AIS) and National Eating Disorders Collaboration (NEDC) position statement on disordered eating in high performance sport. *Br J Sports Med*. Nov 2020;54(21):1247-1258. doi:10.1136/bjsports-2019-101813
8. Pedlar CR, Brugnara C, Bruinvels G, Burden R. Iron balance and iron supplementation for the female athlete: A practical approach. *Eur J Sport Sci*. Mar 2018;18(2):295-305. doi:10.1080/17461391.2017.1416178
9. Murray-Davis B, Grenier L, Atkinson SA, et al. Experiences regarding nutrition and exercise among women during early postpartum: a qualitative grounded theory study. *BMC Pregnancy Childbirth*. Oct 21 2019;19(1):368. doi:10.1186/s12884-019-2508-z
10. Bø K, Artal R, Barakat R, et al. Exercise and pregnancy in recreational and elite athletes: 2016/17 evidence summary from

- Aborder des thèmes spécifiques aux femmes (cycle, contraception, état de santé).

- Noter la durée du cycle (surtout chez les athlètes sans contraception hormonale) et l'intensité des saignements.

- En cas d'irrégularités ou d'absence de menstruations, convenir d'un examen chez la gynécologue ainsi que chez un médecin du sport.

- Veiller à un apport suffisant en énergie et en glucides en fonction de la charge d'entraînement et en discuter avec un spécialiste en nutrition sportive

- Optimiser l'apport en protéines (4 à 5 portions de 0,3 g par kg de poids corporel d'aliments riches en protéines de haute qualité), en particulier en cas d'alimentation végétarienne ou végétalienne.

- Micronutriments importants à prendre en compte chez les femmes : calcium, fer, vitamine B12, vitamine D.

Auteur : Dr. Joëlle Flück, Simone Reber

Date : Décembre 2024, Version 2.0

Validité : Décembre 2027

- the IOC Expert Group Meeting, Lausanne. Part 3-exercise in the postpartum period. *Br J Sports Med*. Nov 2017;51(21):1516-1525. doi:10.1136/bjsports-2017-097964
11. Sussman M, Trocio J, Best C, et al. Prevalence of menopausal symptoms among mid-life women: findings from electronic medical records. *BMC Womens Health*. Aug 13 2015;15:58. doi:10.1186/s12905-015-0217-y
12. Rolland YM, Perry HM, Patrick P, Banks WA, Morley JE. Loss of appendicular muscle mass and loss of muscle strength in young postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Mar 2007;62(3):330-5. doi:10.1093/gerona/62.3.330
13. Lupsa BC, Insogna K. Bone Health and Osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am*. Sep 2015;44(3):517-30. doi:10.1016/j.ecl.2015.05.002
14. Carmichael MA, Thomson RL, Moran LJ, Wycherley TP. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. Feb 9 2021;18(4):doi:10.3390/ijerph18041667
15. Martin D, Sale C, Cooper SB, Elliott-Sale KJ. Period Prevalence and Perceived Side Effects of Hormonal Contraceptive Use and the Menstrual Cycle in Elite Athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. Aug 1 2018;13(7):926-932. doi:10.1123/ijsp.2017-0330
16. Baker FC, Siboza F, Fuller A. Temperature regulation in women: Effects of the menstrual cycle. *Temperature (Austin, Tex)*. 2020;7(3):226-262. doi:10.1080/23328940.2020.1735927
17. Wohlgemuth KJ, Arieta LR, Brewer GJ, Hoselton AL, Gould LM, Smith-Ryan AE. Sex differences and considerations for female specific nutritional strategies: a narrative review. *J Int Soc Sports Nutr*. Apr 1 2021;18(1):27. doi:10.1186/s12970-021-00422-8
18. Oosthuysen T, Bosch AN. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. *Sports Med*. Mar 1 2010;40(3):207-27. doi:10.2165/11317090-000000000-00000
19. Isacco L, Duché P, Boisseau N. Influence of hormonal status on substrate utilization at rest and during exercise in the female population. *Sports Med*. Apr 1 2012;42(4):327-42. doi:10.2165/11598900-000000000-00000
20. Devries MC, Hamadeh MJ, Phillips SM, Tarnopolsky MA. Menstrual cycle phase and sex influence muscle glycogen

- utilization and glucose turnover during moderate-intensity endurance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Oct 2006;291(4):R1120-8. doi:10.1152/ajpregu.00700.2005
21. Bruinvels G, Burden RJ, McGregor AJ, et al. Sport, exercise and the menstrual cycle: where is the research? *Br J Sports Med*. Mar 2017;51(6):487-488. doi:10.1136/bjsports-2016-096279
22. McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. Oct 2020;50(10):1813-1827. doi:10.1007/s40279-020-01319-3
23. Dasa MS, Kristoffersen M, Ersvær E, et al. The Female Menstrual Cycles Effect on Strength and Power Parameters in High-Level Female Team Athletes. *Frontiers in physiology*. 2021;12:600668. doi:10.3389/fphys.2021.600668
24. Knowles OE, Aisbett B, Main LC, Drinkwater EJ, Orellana L, Lamon S. Resistance Training and Skeletal Muscle Protein Metabolism in Eumenorrheic Females: Implications for Researchers and Practitioners. *Sports Medicine*. 2019/11/01 2019;49(11):1637-1650. doi:10.1007/s40279-019-01132-7
25. Colenso-Semple LM, D'Souza AC, Elliott-Sale KJ, Phillips SM. Current evidence shows no influence of women's menstrual cycle phase on acute strength performance or adaptations to resistance exercise training. *Front Sports Act Living*. 2023;5:1054542. doi:10.3389/fspor.2023.1054542
26. Bruinvels G, Goldsmith E, Blagrove R, et al. Prevalence and frequency of menstrual cycle symptoms are associated with availability to train and compete: a study of 6812 exercising women recruited using the Strava exercise app. *Br J Sports Med*. Apr 2021;55(8):438-443. doi:10.1136/bjsports-2020-102792
27. Dye L, Blundell JE. Menstrual cycle and appetite control: implications for weight regulation. *Hum Reprod*. Jun 1997;12(6):1142-51. doi:10.1093/humrep/12.6.1142
28. Bredella MA. Sex Differences in Body Composition. *Adv Exp Med Biol*. 2017;1043:9-27. doi:10.1007/978-3-319-70178-3_2
29. Tarnopolsky LJ, MacDougall JD, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Sutton JR. Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol* (1985). Jan 1990;68(1):302-8. doi:10.1152/jappl.1990.68.1.302
30. Tate CA, Holtz RW. Gender and fat metabolism during exercise: a review. *Can J Appl Physiol*. Dec 1998;23(6):570-82. doi:10.1139/h98-032
31. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, Phillips SM, MacDougall JD. Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol* (1985). Apr 1995;78(4):1360-8. doi:10.1152/jappl.1995.78.4.1360
32. Tarnopolsky MA, Zawada C, Richmond LB, et al. Gender differences in carbohydrate loading are related to energy intake. *J Appl Physiol* (1985). Jul 2001;91(1):225-30. doi:10.1152/jappl.2001.91.1.225
33. James AP, Lorraine M, Cullen D, et al. Muscle glycogen supercompensation: absence of a gender-related difference. *Eur J Appl Physiol*. Oct 2001;85(6):533-8. doi:10.1007/s004210100499
34. Moore DR, Sygo J, Morton JP. Fuelling the female athlete: Carbohydrate and protein recommendations. *Eur J Sport Sci*. May 20 2021;1-13. doi:10.1080/17461391.2021.1922508
35. Pugh JN, Lydon K, O'Donovan CM, O'Sullivan O, Madigan SM. More than a gut feeling: What is the role of the gastrointestinal tract in female athlete health? *Eur J Sport Sci*. May 20 2021;1-10. doi:10.1080/17461391.2021.1921853
36. Wallis GA, Dawson R, Achten J, Webber J, Jeukendrup AE. Metabolic response to carbohydrate ingestion during exercise in males and females. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Apr 2006;290(4):E708-15. doi:10.1152/ajpendo.00357.2005
37. Logue DM, Madigan SM, Melin A, et al. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance. *Nutrients*. Mar 20 2020;12(3)doi:10.3390/nu12030835
38. Wasserfurth P, Palmowski J, Hahn A, Krüger K. Reasons for and Consequences of Low Energy Availability in Female and Male Athletes: Social Environment, Adaptations, and Prevention. *Sports medicine - open*. Sep 10 2020;6(1):44. doi:10.1186/s40798-020-00275-6
39. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*. Mar 2016;48(3):543-68. doi:10.1249/MSS.0000000000000852
40. Stellingwerff T, Morton JP, Burke LM. A Framework for Periodized Nutrition for Athletics. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Mar 1 2019;29(2):141-151. doi:10.1123/ijsnem.2018-0305
41. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. Prevalence and Determinants of Fasted Training in Endurance Athletes: A Survey Analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Jul 23 2020;30(5):345-356. doi:10.1123/ijsnem.2020-0109
42. Mercer D, Convit L, Condo D, et al. Protein Requirements of Pre-Menopausal Female Athletes: Systematic Literature Review. *Nutrients*. Nov 16 2020;12(11)doi:10.3390/nu12113527
43. Giersch GEW, Charkoudian N, Stearns RL, Casa DJ. Fluid Balance and Hydration Considerations for Women: Review and Future Directions. *Sports Med*. Feb 2020;50(2):253-261. doi:10.1007/s40279-019-01206-6
44. Goulet EDB. Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47(11):679-686. doi:10.1136/bjsports-2012-090958
45. McClung JP, Gaffney-Stomberg E, Lee JJ. Female athletes: a population at risk of vitamin and mineral deficiencies affecting health and performance. *J Trace Elem Med Biol*. Oct 2014;28(4):388-92. doi:10.1016/j.jtemb.2014.06.022
46. MacKnight JM. Osteopenia and Osteoporosis in Female Athletes. *Clin Sports Med*. Oct 2017;36(4):687-702. doi:10.1016/j.csm.2017.05.006