

# Périodisation de l'entraînement des athlètes féminines euménorrhéiques en fonction du cycle menstruel: une synthèse narrative

## Periodization of eumenorrheic female athletes' training based on the menstrual cycle: A narrative synthesis

(Abstract on page 244)

## Periodisierung des Trainings von amenorrhöischen Athletinnen auf Basis des Menstruationszyklus: eine narrative Synthese

(Zusammenfassung auf Seite 244)

Anna Stitelmann<sup>1,2</sup> (PT, MSc), Anne-Violette Bruyneel<sup>1</sup> (PT, PhD), Carina Enea<sup>3</sup> (PhD), Nathalie Boisseau<sup>4</sup> (PhD)

Mains Libres 2024; 4: 237-246 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.237

MOTS-CLÉS cycle menstruel / performance / santé / périodisation / blessure

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Les recherches en sciences du sport ont historiquement été concentrées sur des études provenant de populations masculines, laissant des lacunes dans la compréhension des spécificités féminines. Avec une participation croissante des femmes dans le sport amateur et professionnel, il est important d'explorer comment des facteurs, tels que le cycle menstruel, peuvent influencer la performance et la pratique sportive des athlètes féminines.

**Objectif:** Cette synthèse des preuves scientifiques vise à évaluer la pertinence de la périodisation de l'entraînement en fonction des phases du cycle menstruel. Tout en mettant en avant l'importance de suivre précisément les phases du cycle menstruel, elle analyse ses effets potentiels sur des marqueurs subjectifs (perception de l'effort) et objectifs de la performance (force et fatigabilité neuromusculaire). Elle examine également le rôle de la périodisation du renforcement musculaire, ainsi que le risque de blessure.

**Développement et discussion:** Les données scientifiques actuelles ne montrent pas d'influence significative du cycle menstruel sur divers déterminants de la performance, telles que la force ou la fatigabilité neuromusculaire, ni sur le risque de blessures. En revanche, les symptômes et troubles du cycle menstruel (syndrome prémenstruel, dysménorrhées, ménorragies) doivent être pris en considération pour optimiser la performance. Le monitoring du cycle menstruel est donc recommandé pour détecter ces symptômes afin d'améliorer la santé et la performance des sportives.

**Conclusion:** Bien que les preuves actuelles portant sur l'influence du cycle menstruel sur la performance et le risque de blessures ne justifient pas une périodisation de l'entraînement, le suivi personnalisé du cycle menstruel reste pertinent pour optimiser la santé et le bien-être des athlètes féminines. Une approche individualisée, basée sur les symptômes perçus par les athlètes, est encouragée.

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêts concernant ce travail. De plus, aucune source de financement spécifique n'a été reçue pour mener à bien ce travail.

Article reçu le 9 juillet 2024, accepté le 20 octobre 2024.

- <sup>1</sup> Filière Physiothérapie, Haute école de santé Genève, HES-SO// Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale, Genève, Suisse
- <sup>2</sup> Service de chirurgie orthopédique et traumatologie de l'appareil locomoteur, Unité d'orthopédie et traumatologie du sport, Swiss Olympic Medical Center, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse
- <sup>3</sup> Laboratoire de Mobilité, Vieillesse et Exercice (MOVE), Université de Poitiers, Poitiers, France
- <sup>4</sup> Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P), Université Clermont Auvergne (UCA), Clermont-Ferrand, France

## CONTEXTE

À ce jour, la majorité des recherches scientifiques dans le domaine du sport est centrée sur la population masculine, ce qui limite les connaissances sur les spécificités inhérentes aux femmes. La recherche en sciences du sport intégrerait 35 à 37% de participantes et seulement 6% des études seraient uniquement composées de femmes<sup>(1,2)</sup>. Or, les différences intersexes observées dans des recherches récentes et la participation croissante des femmes aux activités dites sportives mettent en évidence l'importance de mieux comprendre l'influence du statut hormonal sur la performance et/ou le risque de blessures.

Ces dernières années ont été marquées par un engouement croissant autour de la compréhension des effets du cycle menstruel sur la performance physique. Ainsi, depuis 2020, cinq méta-analyses ont été publiées sur le lien entre le cycle menstruel et la performance sportive<sup>(3-7)</sup>. Néanmoins, la notion de performance (ainsi que les indicateurs utilisés) varie considérablement entre les études, ce qui peut rendre la comparaison des résultats difficile. De manière générale, la notion de performance peut être définie comme la capacité à accomplir une tâche ou une série de tâches avec un degré optimal d'efficacité, de compétence ou de succès. Dans le sport, la performance fait référence à la capacité d'un athlète ou d'une équipe à obtenir un résultat compétitif, en fonction de critères physiques, techniques, tactiques et psychologiques. Dans cet article, cette notion sera abordée à la fois à travers des variables subjectives (auto-perception des athlètes) et des variables objectives physiologiques, ayant trait à la performance neuromusculaire (force maximale, fatigabilité neuromusculaire).

Parallèlement, de nombreux articles destinés au grand public émergent dans les médias et sur les réseaux sociaux, proposant des recommandations pour adapter et périodiser l'activité physique et les programmes d'entraînement en fonction du cycle menstruel<sup>(8,9)</sup>. Cette périodisation consiste à organiser et ajuster les charges d'entraînement (intensité, volume, type d'exercice) en tenant compte des phases du

cycle. Elle repose sur l'idée que les fluctuations hormonales au cours du cycle pourraient influencer les performances physiques et le risque de blessure, justifiant ainsi un ajustement des charges ou du contenu de l'entraînement pour mieux prévenir ces risques. Il convient néanmoins de souligner que, mis à part en renforcement musculaire, la périodisation en fonction du cycle menstruel est encore peu étudiée dans la littérature scientifique<sup>(1)</sup>. En raison du nombre limité d'études disponibles et des biais méthodologiques présents dans les recherches publiées, les sources citées (lorsqu'elles le sont) ne sont pas toujours fiables. Ceci remet en question la qualité des recommandations, susceptibles de véhiculer des messages simplistes et parfois erronés auprès du public.

## OBJECTIF

L'objectif principal de cet article est de fournir une synthèse narrative non exhaustive des preuves scientifiques existantes sur la pertinence d'implémenter une périodisation de l'entraînement en fonction des différentes phases du cycle menstruel chez les athlètes féminines. Pour répondre à cet objectif, les points suivants sont abordés :

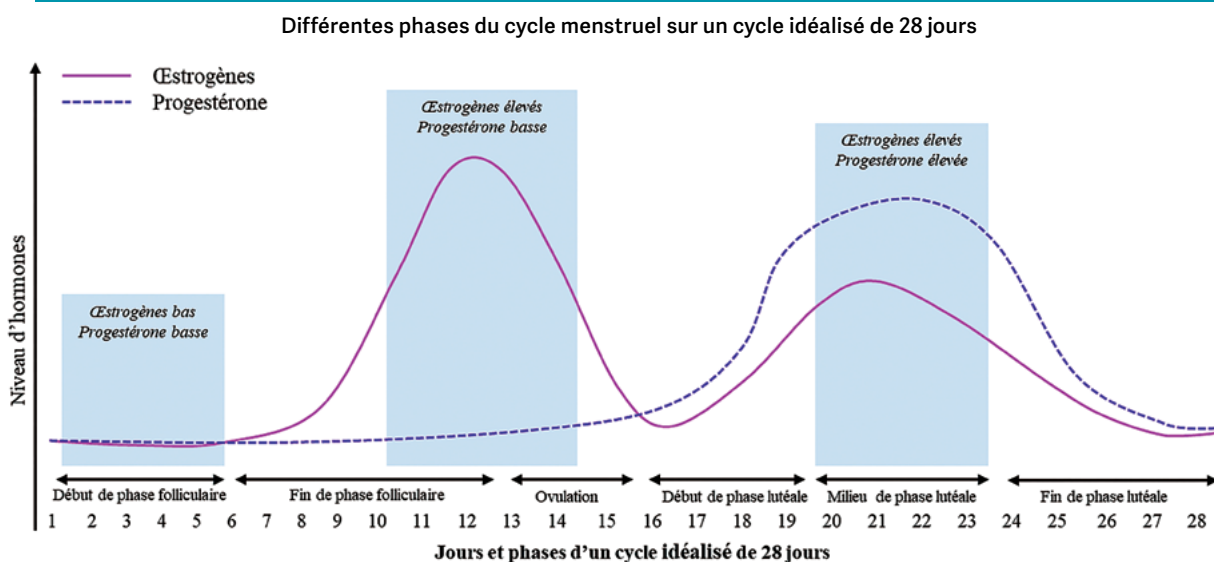
- La nécessité de monitorer avec précision les phases du cycle ;
- L'analyse des effets du cycle menstruel sur des marqueurs subjectifs et objectifs de la performance (force, et fatigabilité neuromusculaire) ;
- Le renforcement musculaire périodisé ;
- Le risque de blessures dont celui du ligament croisé antérieur (LCA).

## DÉVELOPPEMENT

### Suivi des différentes phases du cycle menstruel chez la femme euménorrhéique

Le cycle menstruel est un processus physiologique qui présente une fluctuation cyclique des hormones reproductives (les œstrogènes et la progestérone) sur une période

Figure 1



Adapté de Mc. Nulty et al. 2020

d'environ 28 jours (Figure 1). Il est composé de deux phases principales: la phase folliculaire et la phase lutéale. Ces phases sont séparées par la période ovulatoire qui se situe généralement à la moitié du cycle. Le premier jour de la phase folliculaire est caractérisé par le début des menstruations (règles). Pendant cette période, le follicule dominant est « sélectionné »<sup>(10)</sup>. Cette phase se caractérise par un taux bas d'œstrogènes dû à la régression du corps jaune du cycle précédant. L'augmentation progressive du niveau d'œstrogènes provoqué par la croissance du nouveau follicule va favoriser la stimulation de l'hormone lutéinisante (HL), caractéristique de l'ovulation<sup>(10)</sup>.

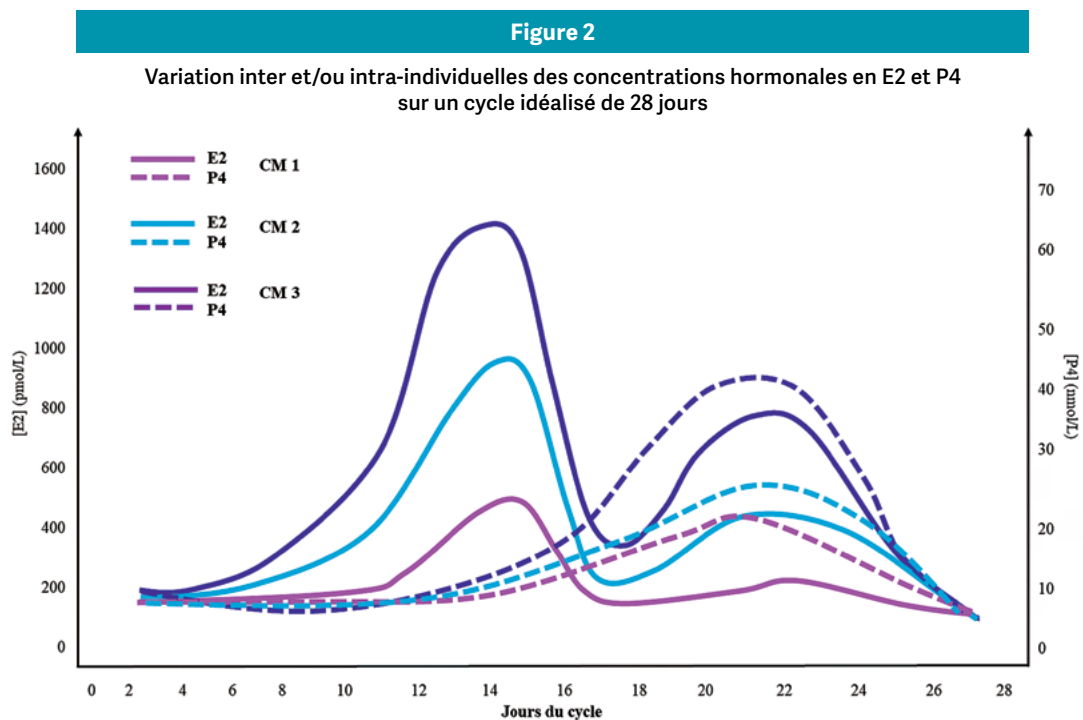
Trois phases distinctes sont utilisées pour planifier l'entraînement des athlètes en fonction du cycle menstruel et pour

étudier les effets du cycle menstruel dans les études scientifiques en raison d'un schéma hormonal spécifique:

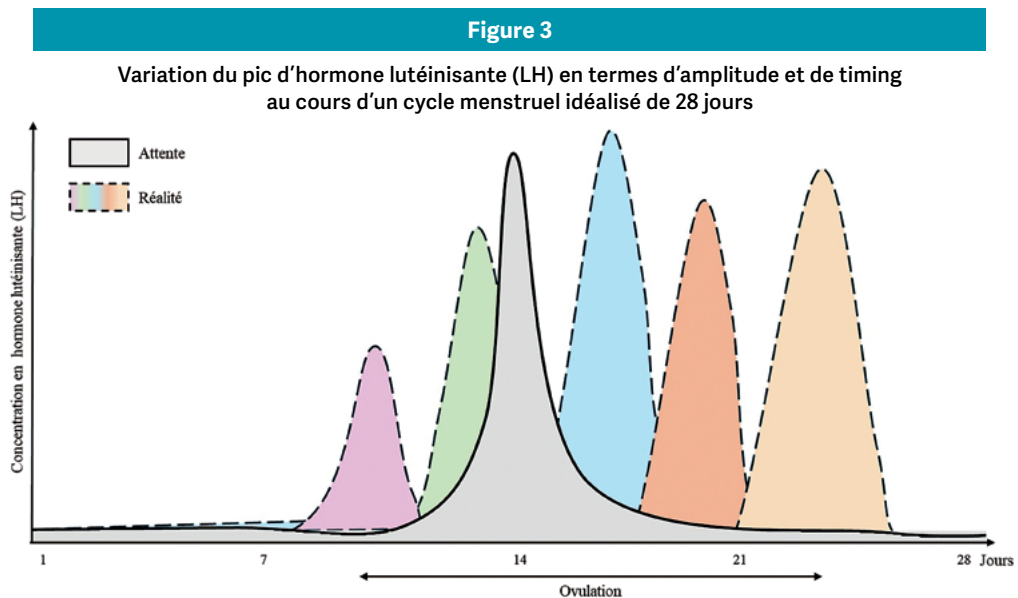
- Le début de la phase folliculaire (DPF): avec un taux faible d'œstrogènes et de progestérone;
- La fin de phase folliculaire (FPF): avec un taux élevé d'œstrogènes et un taux bas de progestérone;
- Le milieu de phase lutéale (MPL): avec un taux élevé d'œstrogènes et de progestérone.

Au sein des oestrogènes, le 17-β œstradiol (E2) est très majoritaire. Le rapport 17-β œstradiol /progestérone (P4) (soit E2/ P4) est ainsi différent entre les 3 phases du cycle.

Cependant, le postulat de départ selon lequel les femmes ont un cycle « régulier » de 28 jours et ovulent au milieu du cycle



Trois cycles potentiels sont présentés. **CM**: cycle menstruel; **E2**: œstrogènes; **P4**: progestérone. Adapté de D'souza *et al.* 2023.



Adapté de Colenso-Semple *et al.* 2023

doit être revu. En effet, une grande variabilité intra-individuelle et inter-individuelle est observée lors du cycle menstruel en termes de concentrations hormonales, de durée du cycle menstruel et de survenue des différentes phases du cycle (Figures 2 et 3)<sup>(5)</sup>. Par exemple, la phase folliculaire peut varier de 10 à 22 jours et la phase lutéale de 7 à 17 jours<sup>(11)</sup>. Les femmes ayant des cycles longs peuvent même présenter jusqu'à trois pics de concentrations hormonales (contrairement à ce qui est représenté dans les figures 1 et 2)<sup>(12,13)</sup>. De plus, les fluctuations hormonales peuvent être très importantes, les concentrations sanguines en hormones sexuelles pouvant varier de plus de 100 % sur une période de 24h.<sup>(10)</sup>

Étant donné l'ampleur de ces variations, il est risqué d'un point de vue méthodologique de déterminer les phases du cycle en se basant uniquement sur la date du premier jour des règles. L'utilisation de la température interne n'est pas non plus recommandée en raison de son manque de validité<sup>(14)</sup>. De plus, sa fiabilité peut être diminuée par divers facteurs tels que le stress, le sommeil, la fatigue, la consommation d'alcool et les conditions environnementales<sup>(15)</sup>.

Elliott-Sale *et al.* (2021) ont formulé des recommandations pour assurer une mesure de meilleure qualité des différentes phases du cycle menstruel<sup>(16)</sup>, ce qui constitue une étape cruciale avant d'évaluer les effets du cycle menstruel sur la performance physique ou le risque de blessures. Ainsi, les critères suivants ont été proposés pour obtenir une distinction plus fiable des différentes phases du cycle :

- Les phases du cycle menstruel doivent être confirmées (*a priori* ou *a posteriori* avec exclusion potentielle) par une mesure sanguine des concentrations en hormones sexuelles (au moins en E2 et P4) ;
- Les participantes qui ont des troubles avérés du cycle menstruel doivent être exclues du protocole (par exemple, une absence d'ovulation confirmée via l'utilisation d'un kit d'ovulation ou encore une oligoménorrhée voire une aménorrhée).

Ces critères servent de référence pour évaluer la qualité de la mesure des phases du cycle menstruel dans les études ayant examiné ce paramètre en lien avec la performance. Les études qui répondent à ces critères sont considérées comme des mesures fiables. Cependant, il est important de noter que la qualité d'une étude ne dépend pas uniquement de la fiabilité des mesures des phases du cycle menstruel. D'autres aspects, tels que la taille de l'échantillon, la reproductibilité des résultats, la prise en compte des facteurs confondants (tel que le stress ou le sommeil), ainsi que l'utilisation de méthodes statistiques appropriées, sont également cruciaux pour assurer la fiabilité et validité des conclusions<sup>(16)</sup>.

### Auto-perception des athlètes sur les effets du cycle menstruel sur la performance

De façon plus subjective, une revue exploratoire menée en 2024 et incluant 39 études et 14 694 participantes, a évalué la perception des athlètes quant à l'impact du cycle menstruel sur leurs performances physiques<sup>(17)</sup>. Les résultats de cette étude montrent qu'une proportion importante d'athlètes (73 %) estime que le cycle menstruel a un impact important sur leur performance. Les athlètes vont même jusqu'à supprimer des entraînements ou une compétition (jusqu'à 76 % des athlètes selon les études) ou ont recours à des

médicaments tels que des analgésiques (paracétamol) et des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) (19 % des athlètes à chaque cycle) pour être capable de poursuivre leur activité. Les résultats de cette étude montrent toutefois une grande variabilité dans la proportion d'athlètes ressentant ces effets négatifs, de 2,8 % à 100 % selon les études. Les auteurs expliquent cette grande hétérogénéité par l'origine des populations interrogées, les différentes conceptions méthodologiques des études, ou encore par les divergences de compréhension des questions posées aux athlètes. Selon eux, plusieurs facteurs peuvent expliquer l'impact du cycle menstruel sur la performance des athlètes. La première raison invoquée est une prévalence plus élevée des symptômes menstruels et prémenstruels physiques et psychologiques comme la fatigue (de 1,4 % à 89 %), une difficulté à se concentrer (0 % à 60 %) ou se sentir moins puissante (1,1 % à 52 %) <sup>(18)</sup>. Pendant les menstruations, 15,9 % des athlètes ont affirmé que les saignements affectaient leur performance alors que 2,4 % ont déclaré qu'ils n'impactaient pas leur performance<sup>(19)</sup>. La seconde raison invoquée étaient les difficultés de communication. Les athlètes rapportaient un manque de confiance pour parler de leur cycle, ceci ne permettant pas à l'entraîneur d'adapter les séances d'entraînements de manière proactive (en réduisant l'intensité ou le contenu par exemple) et d'éviter que les athlètes ne manquent des séances d'entraînements<sup>(20)</sup>. Finalement, des barrières socio-environnementales ont été signalées. Par exemple, la crainte de saigner à travers les vêtements a été signalée par 17 % à 49,2 % des athlètes<sup>(21,22)</sup>. Dix pour cent des participantes ont ressenti un inconfort à l'utilisation de produits sanitaires et 7 % ont déclaré que l'accès et l'infrastructure des installations sanitaires étaient un problème (par exemple, disponibilité de poubelles sanitaires)<sup>(22)</sup>.

### Impact du cycle menstruel sur la force maximale développée

Des études ont montré un effet des hormones sexuelles (E2 ou P4) sur le tissu musculaire. La majorité de ces études était de type fondamental et a été réalisée au niveau cellulaire ou sur le modèle animal<sup>(12,23)</sup>. Les résultats principaux mettaient en évidence un effet anabolique du 17-β estradiol associé à un effet neuro-excitateur, alors que la progestérone semblerait générer des effets antagonistes inhibant l'excitabilité corticale<sup>(24)</sup>. Les effets opposés de ces deux hormones laissent entrevoir l'impact potentiel de toute variation du rapport E2/P4 durant le cycle menstruel féminin. Bien que présentant un intérêt théorique, les résultats rapportés dans la littérature scientifique chez la femme demeurent néanmoins peu concluants en raison de leur caractère divergent. Parallèlement, des niveaux hétérogènes de progestérone pourraient plus ou moins atténuer la perte de masse musculaire liée à l'âge<sup>(23)</sup>. À ce jour, bien que certaines études aient noté des variations de la force maximale ou de la puissance maximale<sup>(25,26)</sup> en lien avec les niveaux plasmatiques d'E2, la majorité des études n'a pas réussi à démontrer de tels effets<sup>(27)</sup>. Dans les études mentionnées, la force était évaluée à l'aide de différentes méthodes, telles que la contraction maximale volontaire (CMV) isométrique, le test d'une répétition maximale (1RM) en demi-back squat et la mesure de la force isocinétique concentrique. Une récente revue parapluie de Colenso-Semple *et al.* (2023), intégrant cinq revues de littérature, démontre un impact limité du cycle menstruel sur la force musculaire<sup>(28)</sup>. Cependant, les auteurs ne peuvent pas statuer en raison des faiblesses

méthodologiques des études incluses. D'après une méta-analyse de Mc Nulty *et al.* (2020), la performance des athlètes pourrait être très légèrement réduite en début de phase folliculaire, avec une taille d'effet de  $-0,06$  (95% IC:  $-0,16$  à  $0,04$ ), c'est-à-dire au moment des menstruations. Toutefois cet effet est probablement négligeable, et l'intervalle de confiance indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative. De plus, seules 35 des 73 études analysées ont examiné la force comme résultat de performance<sup>(3)</sup>. Cependant, les auteurs de cette étude ont souligné que la majorité des études incluses (65 études sur 71) était de faible qualité méthodologique et que des études complémentaires sont nécessaires pour obtenir des données robustes permettant d'établir des recommandations. Parmi les études de qualité moyenne à élevée (6 études sur 71), 5 ont mesuré la performance musculaire à partir de la CMV isométrique ou de la force isocinétique concentrique, sans démontrer d'impact des phases du cycle menstruel sur la performance musculaire. Une autre méta-analyse, plus récente, de Niering *et al.* (2024), démontre que la fin de phase folliculaire et la phase ovulatoire sont associées à des améliorations significatives des performances de la force maximale, tandis que d'autres phases, comme la phase lutéale, semblent moins favorables<sup>(29)</sup>. Les études incluses dans cette méta-analyse ont inclus un total de 433 femmes. Les résultats ont révélé des effets de taille moyenne (différence moyenne standardisée pondérée [Standardized mean difference, SMD] =  $0,60$ ) pour la force maximale isométrique en faveur de la fin de la phase folliculaire, des effets de petite taille (SMD =  $0,39$ ) pour la force maximale isocinétique en faveur de la phase ovulatoire, et des effets de petite taille (SMD =  $0,14$ ) pour la force maximale dynamique en faveur de la fin de la phase folliculaire. Cependant, parmi les 22 études incluses, 15 avaient une qualité d'étude faible ou très faible (68,2%) et une seule était de haute qualité (4,5%) selon les recommandations de Mc Nulty *et al.* (2020)<sup>(3)</sup>. De plus, nous remarquons une grande variabilité entre les études quant aux effets des fluctuations hormonales sur les différentes mesures de force maximale<sup>(29)</sup>.

En plus des faiblesses méthodologiques, la grande variabilité des résultats des études suggère que certaines femmes pourraient être particulièrement affectées par leur cycle menstruel, tandis que d'autres ne le sont pas<sup>(3)</sup>. Les concentrations hormonales et la sensibilité des récepteurs associés à ces hormones peuvent varier considérablement d'une femme à l'autre, influençant de ce fait les adaptations physiologiques et les performances selon les phases du cycle<sup>(6)</sup>. Des facteurs confondants tels que l'alimentation, le stress, ou le sommeil peuvent également affecter la performance et ne sont pas toujours contrôlés dans les études<sup>(30-32)</sup>.

### Impact du cycle menstruel sur la fatigabilité neuromusculaire

La fatigabilité neuromusculaire est généralement définie comme une réduction de la capacité d'un muscle à générer de la force en réponse à un exercice<sup>(33)</sup>. Elle dépend non seulement des facteurs physiologiques, tels que le type de contraction (isométrique ou dynamique) et l'état des systèmes cardiorespiratoires et neuromusculaires, mais aussi des perceptions subjectives de l'individu pendant l'effort<sup>(34-36)</sup>.

Les réponses métaboliques peuvent être modulées au cours du cycle menstruel, impliquant potentiellement des impacts

sur la performance motrice. Il a été émis l'hypothèse que l'œstradiol, dont les niveaux sont plus élevés pendant la phase lutéale, favorise la conservation du glycogène musculaire et contribue ainsi à une meilleure récupération musculaire. Cependant, la littérature rapporte des résultats divergents. Certaines études entraînent une diminution de la fatigabilité en phase lutéale<sup>(37,38)</sup>, tandis que d'autres l'observent en phase folliculaire<sup>(39,40)</sup>. L'ampleur de l'effet n'était pas cohérente d'une étude à l'autre et présentait une large variation allant de  $-6,77$  à  $1,61$ , favorisant respectivement la phase lutéale ou folliculaire<sup>(40)</sup>. Un ratio E2/P4 peut également influencer la variabilité de la fatigabilité au cours du cycle menstruel. Un ratio E2/P4 élevé est associé à une suppression du catabolisme, tandis qu'un ratio bas est corrélé à une augmentation du catabolisme. De plus, le niveau d'entraînement des participantes, la disponibilité en glucose, le statut nutritionnel et l'intensité de l'exercice peuvent expliquer les divergences observées dans les résultats des études<sup>(40)</sup>.

### Renforcement musculaire périodisé

En raison de l'activité anabolique des œstrogènes, les chercheurs ont émis l'hypothèse que les performances en termes de force, d'hypertrophie musculaire et de régénération seraient plus élevées pendant la phase folliculaire tardive, caractérisée par une faible concentration de progestérone (P4) et un niveau élevé en 17- $\beta$  œstradiol (E2)<sup>(10)</sup>. À l'inverse, il a été suggéré que la force musculaire pourrait être moindre pendant la phase lutéale (en raison des niveaux élevés en P4)<sup>(12)</sup>. La concentration en 17- $\beta$  œstradiol (E2), l'œstrogène le plus abondant, augmente de manière significative pendant 65 à 95 minutes après un exercice de renforcement musculaire, cette augmentation étant nettement plus prononcée durant la phase lutéale par rapport à la phase folliculaire<sup>(41,42)</sup>. De plus, les niveaux de 17- $\beta$  œstradiol demeurent jusqu'à 21% plus élevés que les niveaux de repos jusqu'à 24 heures après l'exercice de renforcement<sup>(43)</sup>. Les effets de la 17- $\beta$  œstradiol sur le muscle squelettique sont prometteurs, car ils sont responsables de la régulation de nombreux processus anaboliques importants<sup>(44)</sup>. Cependant, il reste à élucider comment les athlètes peuvent tirer parti de ces élévations d'œstrogène pour maximiser la force et l'hypertrophie musculaire. La progestérone joue également un rôle dans la modulation du muscle squelettique. Cette hormone voit sa concentration augmenter immédiatement après un exercice de renforcement musculaire au cours de la phase lutéale, alors qu'aucune augmentation similaire n'est observée au début de la phase folliculaire. La progestérone demeure élevée jusqu'à 30 minutes après un exercice de renforcement musculaire<sup>(42)</sup>.

Deux études pilotes indiquent que le renforcement musculaire des membres inférieurs (par exemple squats ou presse) pendant la phase folliculaire entraîne des résultats supérieurs en termes de force et d'hypertrophie comparativement à la phase lutéale<sup>(45,46)</sup>. L'étude de Sung *et al.* (2024) a mis en évidence une taille d'effet de  $0,87$  en faveur du groupe « folliculaire » par rapport au groupe « lutéal » pour la force musculaire isométrique ce qui correspond à une taille d'effet considérée comme grande. De plus, une taille d'effet de  $0,47$  a été observée pour le diamètre musculaire, ce qui est interprété comme une taille d'effet moyenne. Cependant, la détermination des phases du cycle menstruel s'est basée sur la méthode « du calendrier » ou de la mesure de la température corporelle, ce qui rend ces résultats discutables.

## Impact du cycle menstruel sur le risque de blessure : focus sur le ligament croisé antérieur

Les femmes pratiquant une activité sportive ont un risque de 3 à 6 fois plus élevé de rupture du ligament croisé antérieur (LCA) que les hommes<sup>(47)</sup>. La disparité entre les sexes pour les ruptures du LCA commence avec le pic de croissance et atteint son apogée pendant l'adolescence<sup>(48)</sup>. Cette différence entre les sexes a été attribuée à plusieurs facteurs qui apparaissent également à l'adolescence, à savoir : des facteurs anatomiques (comme la laxité ou la composition corporelle), des facteurs physiologiques (variations hormonales), des facteurs biomécaniques (recrutement neuromusculaire) ou des facteurs liés à l'influence du genre présent dans l'environnement des athlètes (par exemple, normes et relations sociales ou inégalités matérielles)<sup>(49,50)</sup>.

Les hormones peuvent exercer une influence non négligeable sur les tissus conjonctifs composé de collagène, y compris sur le ligament croisé antérieur (LCA)<sup>(10)</sup>. En recherche fondamentale, il a été montré que la 17-β estradiol stimule la synthèse de collagène, mais aussi la composition et la structure de la matrice extracellulaire du tissu conjonctif, influençant ainsi leur élasticité et leur résistance<sup>(51)</sup>.

Cependant, deux revues systématiques récentes de 2023 ont montré des résultats contradictoires quant à la possibilité qu'une phase particulière du cycle menstruel augmente le risque de lésion du LCA<sup>(52,53)</sup>. D'autres facteurs associés tels que la fluctuation de la laxité du LCA ou des facteurs de risques neuromusculaires au cours du cycle menstruel sont probablement à l'origine de résultats divergents. En outre, d'importantes variations inter-individuelles, tant en termes d'ampleur que de risques encourus, ont été notés dans ces études<sup>(52,53)</sup>. Cependant, la méta-analyse de Somerson *et al.* (2019) a mis en évidence, à partir de 19 études, que la laxité du LCA était importante durant la phase ovulatoire<sup>(54)</sup>. Toutefois, cette laxité n'était pas associée à un risque accru de rupture du LCA durant cette phase. A noter que dans cette revue, 50% (14 sur 28) des études sélectionnées ont utilisé des méthodes « calendaires » et qu'aucune étude n'était considérée de haute qualité sur un plan méthodologique.

De plus, les fluctuations de la laxité ligamentaire pourraient diminuer le contrôle postural et sont un facteur de risque important des blessures musculosquelettiques<sup>(55)</sup>. Une récente revue systématique de Pohle *et al.* 2024 composée de 9 études avec un total de 148 femmes a montré qu'il existe une diminution du contrôle postural du début de la phase folliculaire jusqu'à la phase ovulatoire dans les tâches d'équilibre<sup>(56)</sup>. Les tailles d'effet observées dans ces études varient toutefois entre 0,36 (petite) et 1,01 (grande). Cependant les résultats varient en fonction de la qualité méthodologique et des outils d'évaluation.

## DISCUSSION

Étant donné le peu de preuves scientifiques et le manque d'études présentant une méthodologie robuste, il semble prématuré de recommander une planification d'entraînement basée sur le cycle menstruel chez les femmes sportives. Ainsi, des études supplémentaires semblent nécessaires pour évaluer l'intérêt d'ajuster quantitativement et/

ou qualitativement les séances d'entraînement au cours du cycle, en vue d'améliorer la performance, la récupération ou encore de prévenir des blessures. Par ailleurs, les contraintes organisationnelles liées à la planification des séances sur une période limitée (14 jours sur 28), qui peuvent varier d'une personne à l'autre et d'un cycle à l'autre chez un même individu, rendent plus pertinent le maintien des principes fondamentaux de la programmation des entraînements. Il serait néanmoins judicieux de prendre en compte les symptômes prémenstruels et menstruels fréquemment ressentis par la plupart des femmes ainsi que leur niveau de fatigue auto-reporté, afin de moduler certains entraînements en temps réel et de surveiller de manière générale la santé globale de ces femmes.

## Intérêt du suivi des symptômes liés au cycle menstruel chez la sportive

Les symptômes liés au cycle menstruel sont encore trop souvent négligés<sup>(57)</sup>. Pourtant, 36 à 93% des sportives estiment que leur cycle menstruel affecte leur performance ou leur entraînement, notamment pendant ou juste avant les menstruations, période marquée par des symptômes comme les douleurs menstruelles, des saignements abondants ou le syndrome prémenstruel (SPM) comprenant des symptômes physiques, émotionnels et comportementaux<sup>(18,21,57-68)</sup>. Selon Taim *et al.* (2023), environ une athlète sur trois pourrait souffrir de dysménorrhées (douleurs menstruelles, souvent décrites comme des crampes ou des douleurs abdominales basses), et 48,9 à 59,6% des sportives se plaindraient d'un SPM<sup>(69)</sup>.

Le symptôme négatif le plus couramment rapporté pendant le cycle menstruel est la présence de saignements menstruels abondants<sup>(70)</sup>. Leur prévalence varie de 3,4 à 42,1% chez les sportives et peut entraîner une diminution de la performance en favorisant un risque d'anémie ferriprive, et une baisse de concentration due à l'anxiété liée à la visibilité des saignements<sup>(69)</sup>. Bruinvels *et al.* (2021) ont montré qu'une plus grande prévalence et une plus grande fréquence des symptômes étaient corrélées à la probabilité de manquer un entraînement ou une compétition<sup>(57)</sup>. Bien qu'il n'existe pas à ce jour de revue de littérature ciblée sur ce sujet, certaines études suggèrent que la présence de symptômes négatifs pendant le cycle menstruel altère la performance physique des athlètes. Les dysménorrhées en fin de phase lutéale semblent par exemple corrélées à une diminution de la force maximale<sup>(71)</sup>. Les sportives présentant un SPM présentent quant à elle des altérations en termes de stabilité posturale<sup>(72,73)</sup>. La performance anaérobie pourrait également être limitée en fin de phase lutéale et début de phase folliculaire chez des sportives souffrant du SPM, symptôme associé à un moindre bien-être psychologique<sup>(74)</sup>.

Peu d'études se sont intéressées à la fenêtre de performance « optimale » ressenties par les sportives durant leur cycle menstruel. À ce jour, seule une étude menée auprès des athlètes olympiques australiennes a révélé que 80% d'entre elles identifient une fenêtre de performance « optimale » durant leur cycle menstruel, et que 54% l'associent à la fin des menstruations<sup>(19)</sup>. Une seconde étude, a également déterminé que l'intensité des entraînements des athlètes était plus élevée à mi-cycle de la phase menstruelle<sup>(75)</sup>. Cette fenêtre pourrait être justifiée par l'élimination du risque de saignements et de besoin logistique au niveau sanitaire pendant cette période.

Cependant, à ce jour, il est impossible de déterminer si cela est lié au pic d'œstrogènes qui survient après les menstruations, ce qui justifie des recherches plus approfondies.

L'étiologie des symptômes liés au cycle menstruel est encore peu claire<sup>(76)</sup>. Néanmoins, il est intéressant de noter que la méta-analyse de Mitsuhashi *et al.* (2023) a montré que l'indice de masse corporel (IMC), les irrégularités du cycle menstruel ainsi que certaines habitudes de vie tels que le tabac, le niveau de stress et le sommeil étaient significativement associés à la prévalence et la sévérité de la dysménorrhée primaire<sup>(4)</sup>. Weller & Weller (2002) ont démontré que les femmes ayant des cycles irréguliers présentaient deux fois plus de symptômes liés au cycle menstruel et souffraient davantage que les femmes ayant des cycles réguliers<sup>(77)</sup>.

Actuellement, il n'existe pas encore de questionnaire validé pour monitorer les symptômes liés au cycle menstruel chez les athlètes féminines. Cette méthodologie présente toutefois certains défis. Premièrement, en raison de la grande variabilité des symptômes ressentis, plus de 200 signes et symptômes ayant été identifiés<sup>(78)</sup>. Les questionnaires utilisent de ce fait généralement seulement les signes et symptômes les plus couramment rapportés. Deuxièmement, la validité peut être remise en question en raison de la difficulté à attribuer avec certitude l'apparition des symptômes au cycle menstruel plutôt qu'à une autre pathologie courante, comme des troubles digestifs. Les questionnaires, ne vérifient en général pas la cyclicité des symptômes. Cependant, même si la validité des questionnaires est discutable, il nous semble pertinent de les monitorer en raison de leur impact sur la performance des athlètes. Cette approche individualisée, permet de détecter les anomalies tels que des cycles irréguliers ou des symptômes sévères mais aussi de personnaliser les interventions en fonction des besoins individuels de chaque athlète. Bruinvels *et al.* (2021) ont développé un questionnaire (Menstrual Symptom Index) qui permet de mesurer la prévalence et la fréquence des symptômes liés au cycle menstruel chez les athlètes. Toutefois, celui-ci ne mesure pas la sévérité des symptômes<sup>(57)</sup>.

Il paraît à présent crucial que les études scientifiques accordent une plus grande attention aux symptômes prémenstruels et menstruels, afin de mieux comprendre leur influence sur la performance. Parallèlement, ces symptômes et ressentis devraient également être pris en considération par les cliniciens et les entraîneurs pour établir des profils individuels et mieux soutenir les athlètes. En utilisant cette approche de suivi, le cycle menstruel pourrait être considéré comme un outil d'information précieux plutôt que comme un facteur limitant.

### **Le cycle menstruel en tant qu'indicateur de santé féminine**

Au-delà de toute considération liée à la planification de l'entraînement, le suivi du cycle menstruel et des symptômes associés pourrait servir à évaluer l'état de santé des athlètes féminines. En effet, un cycle menstruel régulier d'une durée de 21 à 35 jours, une ovulation effective, des symptômes menstruels et prémenstruels modérés et des saignements menstruels non excessifs sont des indicateurs du bon fonctionnement physiologique de l'organisme féminin<sup>(79,80)</sup>. En revanche, les troubles du cycle menstruel chez les

athlètes féminines sont fréquemment associés à une déficience énergétique relative induite par le sport (REDs, pour « Relative Energy Deficiency in sports »), à un manque de récupération, à un état de surentraînement, ou encore à des problèmes gynécologiques tel que le syndrome des ovaires polykystiques<sup>(81)</sup>. Ce syndrome peut entraîner des déséquilibres hormonaux significatifs, impactant non seulement la régularité du cycle menstruel, mais aussi la performance des athlètes. Ces troubles, tels que l'aménorrhée ou l'oligoménorrhée, méritent d'être davantage explorés, car ils entraînent des perturbations physiologiques dues aux déficiences énergétiques<sup>(31)</sup>. Il est toutefois important de reconnaître que ces troubles peuvent aussi découler de divers facteurs concomitants ou indépendants de la faible disponibilité énergétique, tels qu'une mauvaise santé mentale, des troubles ou comportements alimentaires, un manque de sommeil, des infections, des blessures, ou encore des conditions cliniques non diagnostiquées<sup>(82)</sup>. À l'heure actuelle, 50% des femmes sportives pourraient être concernées par un trouble du cycle menstruel<sup>(83)</sup>, qui, outre son impact sur les performances physiques, apparaît également corrélé aux risques de blessures<sup>(31)</sup>. Il est alarmant de constater qu'un tiers des athlètes féminines considèrent encore des menstruations irrégulières comme « normales » compte tenu de leur pratique, tandis que moins de 50% du staff médical à connaissance des composants déterminant le syndrome du REDs<sup>(84)</sup>. Par conséquent, il apparaît crucial de sensibiliser les médecins, les thérapeutes et les entraîneurs et de valoriser le suivi du cycle menstruel dans l'optique d'un suivi médical des athlètes dont l'état de santé pourrait être compromis par une pratique de haut niveau mal gérée et/ou des comportements alimentaires inappropriés. En ce sens, il serait intéressant de développer des outils de dépistage des troubles du cycle menstruel qui pourraient être intégrés à la pratique clinique des physiothérapeutes.

Dans ce contexte, il est toutefois essentiel de considérer les risques éthiques liés au suivi systématique du cycle menstruel des athlètes féminines. Comme le souligne Howe (2024), ce suivi peut poser des problèmes d'autonomie, de protection de la vie privée et de sécurité des athlètes<sup>(85)</sup>. Des préoccupations ont été soulevées quant au risque que ce suivi devienne un outil de contrôle, voire de sélection des sportives, notamment dans des contextes où la pression de performance est élevée. En outre, la gestion des données personnelles collectées représente un enjeu majeur, et l'accès à ces informations doit être encadré pour protéger les athlètes. Pour réduire ces risques, il est conseillé d'établir des politiques claires concernant l'autonomie, le consentement éclairé, la formation des intervenants, ainsi que la gestion et la protection des données.

### **CONCLUSION**

Le cycle menstruel semble avoir peu d'impact sur la performance sportive et le risque de blessures associées. Étant donné la faible qualité des preuves et la forte variabilité inter et intra-individuelle, il n'est pas recommandé de généraliser une planification de l'entraînement en fonction du cycle menstruel. Cependant il semble intéressant de monitorer le cycle menstruel et la présence d'éventuels troubles du cycle à titre individuel à des fins de santé et de performance.

### IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- En raison des preuves à ce jour disponibles, la périodisation de l'entraînement en fonction des différentes phases du cycle menstruel ne semble pas nécessaire.
- Une périodisation des entraînements pourrait toutefois être réalisée à titre individuel en fonction du ressenti des athlètes, sur la base des symptômes perçus et non sur l'évolution des concentrations en hormones sexuelles.
- Les cliniciens pourraient utiliser le cycle menstruel comme un outil permettant de s'assurer de la bonne santé des athlètes féminines (cycles réguliers et de durée constante).

### Contact

Anna Stitelmann  
anna.stitelmann@hesge.ch

### ABSTRACT

**Background:** Historically, research in sports science has focused on male populations, resulting in a significant knowledge gap regarding female-specific factors. With the increasing participation of women in amateur and professional sports, it is imperative to investigate how biological factors, such as the menstrual cycle, may impact athletic performance and practice.

**Objective:** This synthesis of scientific evidence aims to assess the relevance of training periodization based on menstrual cycle phases. While emphasizing the importance of precisely monitoring the menstrual cycle phases, it seeks to evaluate the potential menstrual cycle's effect on subjective (perceived exertion) and objective (strength and neuromuscular fatigue) performance markers. It also examines the role of strength training periodization and the risk of injury.

**Development and discussion:** Current scientific data indicate no significant influence of the menstrual cycle on several performance determinants (strength and neuromuscular fatigue) or injury risk. However, menstrual cycle-related symptoms and disorders (premenstrual syndrome, dysmenorrhea, menorrhagia) can influence performance. Therefore, menstrual cycle monitoring is recommended to detect these symptoms and improve the health and performance of female athletes.

**Conclusion:** Although current evidence does not justify training periodization based on menstrual cycle phases, personalized cycle monitoring remains relevant for optimizing the health and well-being of female athletes. An individualized approach based on an athlete's perceived symptoms is encouraged.

### KEY-WORDS

menstrual cycle / performance / periodization / injury

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Historisch gesehen lag der Fokus in der Sportwissenschaft überwiegend auf männlichen Probanden, was zu einer erheblichen Wissenslücke bezüglich frauenspezifischer Faktoren geführt hat. Mit der zunehmenden Beteiligung von Frauen am Amateur- und Profisport ist es unerlässlich, zu untersuchen, wie biologische Faktoren wie der Menstruationszyklus die sportliche Leistung und das Training beeinflussen könnten.

**Ziel:** Ziel dieser wissenschaftlichen Synthese ist es, die Relevanz der Trainingsperiodisierung in Abhängigkeit von den Phasen des Menstruationszyklus zu bewerten. Dabei wird besonderer Wert auf die genaue Überwachung der Phasen des Menstruationszyklus gelegt. Es wird untersucht, wie sich dieser auf subjektive (wahrgenommene Anstrengung) und objektive Leistungsmarker (Kraft und neuromuskuläre Ermüdung) auswirken könnte. Außerdem werden die Rolle der Krafttrainingsperiodisierung sowie das Verletzungsrisiko thematisiert.

**Entwicklung und Diskussion:** Aktuelle wissenschaftliche Daten zeigen keinen signifikanten Einfluss des Menstruationszyklus auf verschiedene Leistungsdeterminanten (Kraft und neuromuskuläre Ermüdung) oder das Verletzungsrisiko. Allerdings können menstruationszyklusbedingte Symptome und Beschwerden (prämenstruelles Syndrom, Dysmenorrhö, Menorrhagie) die Leistung beeinflussen. Daher wird eine Überwachung des Menstruationszyklus empfohlen, um diese Symptome zu erkennen und die Gesundheit sowie die Leistung der Athletinnen zu verbessern.

**Schlussfolgerung:** Obwohl die derzeitige Evidenz eine Trainingsperiodisierung, basierend auf den Phasen des Menstruationszyklus, nicht rechtfertigt, bleibt ein personalisiertes Zyklus-Monitoring relevant, um die Gesundheit und das Wohlbefinden von Athletinnen zu optimieren. Ein individueller Ansatz, basierend auf den wahrgenommenen Symptomen der Athletinnen, wird empfohlen.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Menstruationszyklus / Leistung / Gesundheit, Periodisierung / Verletzung

## Références

- 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.
- Cowley ES, Olenick AA, McNulty KL, Ross EZ. "Invisible Sportswomen": The Sex Data Gap in Sport and Exercise Science Research. *Women Sport Phys Act J*. 2021;29(2):146-51.
- McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, Swinton PA, Ansdell P, Goodall S, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrhic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2020;50(10):1813-27.
- Mitsuhashi R, Sawai A, Kiyohara K, Shiraki H, Nakata Y. Factors Associated with the Prevalence and Severity of Menstrual-Related Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):569.
- Romero-Parra N, Cupeiro R, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, Rubio-Arias JA, Peinado AB, et al. Exercise-Induced Muscle Damage During the Menstrual Cycle: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*. 2021;35(2):549-61.
- D'Souza AC, Wageh M, Williams JS, Colenso-Semple LM, McCarthy DG, McKay AKA, et al. Menstrual cycle hormones and oral contraceptives: a multimethod systems physiology-based review of their impact on key aspects of female physiology. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2023;135(6):1284-99.
- Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrhic women: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2020;23(12):1220-7.
- Perroud G. Comment les joueuses de l'équipe de Suisse de foot jonglent avec leur cycle menstruel? [En ligne]. [cité 18 oct 2024]. Disponible: <https://www.rts.ch/info/sciences-tech/medecine/14204187-comment-les-joueuses-de-lequipe-de-suisse-de-foot-jonglent-avec-leur-cycle-menstruel.html>
- Nike. QJP : comment synchroniser sa pratique sportive avec son cycle menstruel. [En ligne]. [cité 18 oct 2024]. Disponible: <https://www.nike.com/ch/fr/a/synchroniser-sport-et-cycle-menstruel?msocid=08accd207d0c6cb130dcd8397c076d9b>
- Mikkonen RS, Ihalainen JK, Davis-Wilson HC, Hackney AC. The Hypothalamic-Pituitary-Ovarian Axis, Menstrual and Oral Contraceptive Cycles: Regulation and Function in the Context of Exercise and Sport. In: Hackney AC, éditeur. *Sex Hormones, Exercise and Women: Scientific and Clinical Aspects* [En ligne]. Cham: Springer International Publishing; 2023 [cité 2 févr 2024]. p. 1-24. Disponible: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1_1)
- Shea AA, Vitzthum VJ. The extent and causes of natural variation in menstrual cycles: Integrating empirically-based models of ovarian cycling into research on women's health. *Drug Discov Today Dis Models*. 2020;32:41-9.
- Oosthuysen T, Strauss JA, Hackney AC. Understanding the female athlete: molecular mechanisms underpinning menstrual phase differences in exercise metabolism. *Eur J Appl Physiol*. 2023;123(3):423-50.
- Mihm M, Gangooly S, Muttukrishna S. The normal menstrual cycle in women. *Anim Reprod Sci*. 2011;124(3-4):229-36.
- Su HW, Yi YC, Wei TY, Chang TC, Cheng CM. Detection of ovulation, a review of currently available methods. *Bioeng Transl Med*. 2017;2(3):238-46.
- Barron ML, Fehring RJ. Basal Body Temperature Assessment: Is It Useful to Couples Seeking Pregnancy? *MCN Am J Matern Nurs*. 2005;30(5):290.
- Elliott-Sale KJ, Minahan CL, de Jonge XAKJ, Ackerman KE, Sipilä S, Constantini NW, 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 Auckl NZ*. 2021;51(5):843-61.
- Oester C, Norris D, Scott D, Pedlar C, Bruinvels G, Lovell R. Inconsistencies in the perceived impact of the menstrual cycle on sport performance and in the prevalence of menstrual cycle symptoms: A scoping review of the literature. *J Sci Med Sport*. 2024;S1440-2440(24)00077-X.
- Prado RCR. Comment on «Challenging Aspects of Research on the Influence of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Physical Performance». *Sports Med Auckl NZ*. 2023;53(4):927-9.
- McNamara A, Harris R, Minahan C. «That time of the month» ... for the biggest event of your career! Perception of menstrual cycle on performance of Australian athletes training for the 2020 Olympic and Paralympic Games. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2022;8(2):e001300.
- Righi I, Barroso R. Do Recreationally-Trained Women of Different Ages Perceive Symptoms of the Menstrual Cycle and Adjust Their Training According to Phases? *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(21):13841.
- Armour M, Parry KA, Steel K, Smith CA. Australian female athlete perceptions of the challenges associated with training and competing when menstrual symptoms are present. *Int J Sports Sci Coach*. 2020;15(3):316-23.
- Pinel CJJ, Mehta R, Okholm Kryger K. The impact and experienced barriers menstruation present to football participation in amateur female footballers. *J Sports Sci*. 2022;40(17):1950-63.
- Collins BC, Arpke RW, Larson AA, Baumann CW, Xie N, Cabelka CA, et al. Estrogen Regulates the Satellite Cell Compartment in Females. *Cell Rep*. 2019;28(2):368-381.e6.
- Smith MJ, Adams LF, Schmidt PJ, Rubinow DR, Wassermann EM. Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Ann Neurol*. 2002;51(5):599-603.
- Graja A, Kacem M, Hammouda O, Borji R, Bouzid MA, Souissi N, et al. Physical, Biochemical, and Neuromuscular Responses to Repeated Sprint Exercise in Eumenorrhic Female Handball Players: Effect of Menstrual Cycle Phases. *J Strength Cond Res*. 2022;36(8):2268-76.
- Forouzandeh Shahraki S, Minoonejad H, Moghadas Tabrizi Y. Comparison of some intrinsic risk factors of shoulder injury in three phases of menstrual cycle in collegiate female athletes. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med*. 2020;43:195-203.
- 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*. 2021;18(4):1667.
- 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.
- Niering M, Wolf-Belala N, Seifert J, Tovar O, Coldewey J, Kuranda J, et al. The Influence of Menstrual Cycle Phases on Maximal Strength Performance in Healthy Female Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports*. 2024;12(1):31.
- Craven J, McCartney D, Desbrow B, Sabapathy S, Bellinger P, Roberts L, et al. Effects of Acute Sleep Loss on Physical Performance: A Systematic and Meta-Analytical Review. *Sports Med Auckl NZ*. 2022;52(11):2669-90.
- Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, Burke LM, Constantini N, Hackney AC, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med*. 2023;57(17):1073-97.
- Tossici G, Zurloni V, Nitri A. Stress and sport performance: a PNEI multidisciplinary approach. *Front Psychol*. 2024;15:1358771.
- Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol*. 2008;586(1):11-23.
- Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1992;72(5):1631-48.
- Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology*. 2013;80(4):409-16.
- Bigland-Ritchie B, Rice CL, Garland SJ, Walsh ML. Task-dependent factors in fatigue of human voluntary contractions. *Adv Exp Med Biol*. 1995;384:361-80.
- Matsuda T, Takahashi H, Nakamura M, Kanno M, Ogata H, Ishikawa A, et al. Influence of menstrual cycle on muscle glycogen utilization during high-intensity intermittent exercise until exhaustion in healthy women. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. 2022;47(6):671-80.
- Matsuda T, Takahashi H, Nakamura M, Ogata H, Kanno M, Ishikawa A, et al. Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Glycogen Repletion After Exhaustive Exercise in Eumenorrhic Women. *J Strength Cond Res*. 2023;37(4):e273-9.
- Cabre HE, Ladan AN, Moore SR, Joniak KE, Blue MNM, Pietrosimone BG, et al. Effects of Hormonal Contraception and the Menstrual Cycle on Fatigability and Recovery From an Anaerobic Exercise Test. *J Strength Cond Res*. 2024;38(7):1256.
- Pereira HM, Larson RD, Bemben DA. Menstrual Cycle Effects on Exercise-Induced Fatigability. *Front Physiol*. 2020;11:517.
- Kraemer RR, Heleniak RJ, Tryniecki JL, Kraemer GR, Okazaki NJ, Castracane VD. Follicular and luteal phase hormonal responses to low-volume resistive exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(6):809-17.

42. Nakamura Y, Aizawa K, Imai T, Kono I, Mesaki N. Hormonal responses to resistance exercise during different menstrual cycle states. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(6):967-73.
43. Wolf MR, Fragala MS, Volek JS, Denegar CR, Anderson JM, Comstock BA, et al. Sex differences in creatine kinase after acute heavy resistance exercise on circulating granulocyte estradiol receptors. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(9):3335-40.
44. Hansen M. Female hormones: do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proc Nutr Soc.* 2018;77(1):32-41.
45. Sung E, Han A, Hinrichs T, Vorgerd M, Manchado C, Platen P. Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *SpringerPlus.* 2014;3:668.
46. Wikström-Frisén L, Boraxbekk CJ, Henriksson-Larsén K. Effects on power, strength and lean body mass of menstrual/oral contraceptive cycle based resistance training. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(1-2):43-52.
47. Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2016;26(6):518-23.
48. Beck NA, Lawrence JTR, Nordin JD, DeFor TA, Tompkins M. ACL Tears in School-Aged Children and Adolescents Over 20 Years. *Pediatrics.* 2017;139(3):e20161877.
49. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynonn BD, Demaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med.* 2006;34(9):1512-32.
50. Parsons JL, Coen SE, Bekker S. Anterior cruciate ligament injury: towards a gendered environmental approach. *Br J Sports Med.* 2021;55(17):984-90.
51. Shultz SJ, A. Fegley J. The Effect of Sex Hormones on Ligament Structure, Joint Stability and ACL Injury Risk. In: Hackney AC, éditeur. *Sex Hormones, Exercise and Women: Scientific and Clinical Aspects* [En ligne]. Cham: Springer International Publishing; 2023 [cité 15 mai 2024]. p. 167-95. Disponible: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1_8)
52. Dos Santos T, Stebbings GK, Morse C, Shashidharan M, Daniels KAJ, Sanderson A. Effects of the menstrual cycle phase on anterior cruciate ligament neuromuscular and biomechanical injury risk surrogates in eumenorrheic and naturally menstruating women: A systematic review. *PLoS One.* 2023;18(1):e0280800.
53. Martínez-Fortuny N, Alonso-Calvete A, Da Cuña-Carrera I, Abalo-Núñez R. Menstrual Cycle and Sport Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(4):3264.
54. Somerson JS, Isby IJ, Hagen MS, Kweon CY, Gee AO. The Menstrual Cycle May Affect Anterior Knee Laxity and the Rate of Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JBJIS Rev.* 2019;7(9):e2.
55. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339-57.
56. Pohle C, Becker L, Baumeister J. Alterations of postural control across the menstrual cycle - A systematic review. *Gait Posture.* 2024;107:72-82.
57. Bruinvels G, Goldsmith E, Blagrove R, Simpkin A, Lewis N, Morton K, 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.* 2021;55(8):438-43.
58. Brown N, Knight CJ, Forrest (née Whyte) LJ. Elite female athletes' experiences and perceptions of the menstrual cycle on training and sport performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2021;31(1):52-69.
59. Clarke AC, Bruinvels G, Julian R, Inge P, Pedlar CR, Govus AD. Hormonal Contraceptive Use in Football Codes in Australia. *Front Sports Act Living.* 2021;3:634866.
60. Findlay RJ, Macrae EHR, Whyte IY, Easton C, Forrest (née Whyte) LJ. How the menstrual cycle and menstruation affect sporting performance: experiences and perceptions of elite female rugby players. *Br J Sports Med.* 2020;54(18):1108-13.
61. Heather AK, Thorpe H, Ogilvie M, Sims ST, Beable S, Milsom S, et al. Biological and Socio-Cultural Factors Have the Potential to Influence the Health and Performance of Elite Female Athletes: A Cross Sectional Survey of 219 Elite Female Athletes in Aotearoa New Zealand. *Front Sports Act Living.* 2021;3:601420.
62. 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.* 2018;13(7):926-32.
63. McNulty KL, Ansdell P, Goodall S, Thomas K, Elliott-Sale KJ, Howatson G, et al. The Symptoms Experienced by Naturally Menstruating Women and Oral Contraceptive Pill Users and Their Perceived Effects on Exercise Performance and Recovery Time Posttraining. *Women Sport Phys Act J.* 2023;1-13.
64. Nolan D, Elliott-Sale KJ, Egan B. Prevalence of hormonal contraceptive use and reported side effects of the menstrual cycle and hormonal contraceptive use in powerlifting and rugby. *Phys Sportsmed.* 2023;51(3):217-22.
65. Oxfeldt M, Dalgaard LB, Jørgensen AA, Hansen M. Hormonal Contraceptive Use, Menstrual Dysfunctions, and Self-Reported Side Effects in Elite Athletes in Denmark. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(10):1377-84.
66. Parker LJ, Elliott-Sale KJ, Hannon MP, Morton JP, Close GL. An audit of hormonal contraceptive use in Women's Super League soccer players; implications on symptomatology. *Sci Med Footb.* 2022;6(2):153-8.
67. Read P, Mehta R, Rosenbloom C, Jobson E, Okholm Kryger K. Elite female football players' perception of the impact of their menstrual cycle stages on their football performance. A semi-structured interview-based study. *Sci Med Footb.* 2022;6(5):616-25.
68. Solli GS, Sandbakk SB, Noordhof DA, Ihalainen JK, Sandbakk Ø. Changes in Self-Reported Physical Fitness, Performance, and Side Effects Across the Phases of the Menstrual Cycle Among Competitive Endurance Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(9):1324-33.
69. Taim BC, Ó Catháin C, Renard M, Elliott-Sale KJ, Madigan S, Ní Chéilleachair N. The Prevalence of Menstrual Cycle Disorders and Menstrual Cycle-Related Symptoms in Female Athletes: A Systematic Literature Review. *Sports Med.* 2023;53(10):1963-84.
70. Bruinvels G, Burden R, Brown N, Richards T, Pedlar C. The Prevalence and Impact of Heavy Menstrual Bleeding (Menorrhagia) in Elite and Non-Elite Athletes. *PLoS One.* 2016;11(2):e0149881.
71. Martínez-Cantó A, Moya-Ramón M, Pastor D. Could dysmenorrhea decrease strength performance when a velocity-based resistance testing is used? *Sci Sports.* 2018;33(6):375-9.
72. Keklicek H, Sermenli Aydin N, Can HB, Dönmez Aydin D, Yilmazer Kayatekin AZ, Uluçam E. Primary dysmenorrhea and postural control: Is it a problem only during menstruation? *Gait Posture.* 2021;85:88-95.
73. Fridén C, Ramsey DK, Backstrom T, Benoit DL, Saartok T, Lindén Hirschberg A. Altered postural control during the luteal phase in women with premenstrual symptoms. *Neuroendocrinology.* 2005;81(3):150-7.
74. Dam TV, Dalgaard LB, Sevdalis V, Bibby BM, Janse DE Jonge X, Gravholt CH, et al. Muscle Performance during the Menstrual Cycle Correlates with Psychological Well-Being, but Not Fluctuations in Sex Hormones. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;54(10):1678-89.
75. Carlin H, Dupuit M, Storme F, Chassard T, Meignié A, Sachet I, et al. Impact of menstrual cycle or combined oral contraception on elite female cyclists' training responses through a clustering analysis of training sessions. *Front Sports Act Living.* 2024;6:1307436.
76. Takeda T. Premenstrual disorders: Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder. *J Obstet Gynaecol Res.* 2023;49(2):510-8.
77. Weller A, Weller L. Menstrual irregularity and menstrual symptoms. *Behav Med Wash DC.* 2002;27(4):173-8.
78. Naeimi N. The Prevalence and Symptoms of Premenstrual Syndrome under Examination. *J Biosci Med.* 2015;3(1):1-8.
79. Popat VB, Prodanov T, Calis KA, Nelson LM. The Menstrual Cycle A Biological Marker of General Health in Adolescents. *Ann N Y Acad Sci.* 2008;1135:43-51.
80. Itriyeva K. The normal menstrual cycle. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care.* 2022;52(5):101183.
81. Stachenfeld NS, Taylor H. Role of Polycystic Ovary Syndrome in Menstrual Dysfunction in Female Athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(6):1239-40.
82. Jeukendrup AE, Areta JL, Van Genechten L, Langan-Evans C, Pedlar CR, Rodas G, et al. Does Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Syndrome Exist? *Sports Med* [En ligne]. [cité 9 oct 2024]; Disponible: <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02108-y>
83. De Souza MJ, Toombs RJ, Scheid JL, O'Donnell E, West SL, Williams NI. High prevalence of subtle and severe menstrual disturbances in exercising women: confirmation using daily hormone measures. *Hum Reprod Oxf Engl.* 2010;25(2):491-503.
84. McGawley K, Sargent D, Noordhof D, Badenhorst CE, Julian R, Govus AD. Improving menstrual health literacy in sport. *J Sci Med Sport.* 2023;26(7):351-7.
85. Howe OR. Ethical Risks of Systematic Menstrual Tracking in Sport. *J Bioethical Inq.* 2024.