

# LES VARIATIONS HORMONALES CHEZ LA FEMME INFLUENCENT-ELLES LA GLYCÉMIE CHEZ LES DIABÉTIQUES ?

par Emmanuel COSSON<sup>1,2</sup>, Jean Baptiste JULLA<sup>2,3</sup>, Jean-Pierre RIVELINE<sup>2,3</sup>,  
Hélène BIHAN<sup>1</sup> et Sopio TATULASHVILI<sup>1,2</sup>  
(Paris)

■ Un à deux tiers des femmes en âge de procréer et vivant avec un diabète de type 1 souffrent de variations glycémiques au cours de leurs cycles menstruels. Les variations les plus souvent observées sont une augmentation glycémique en phase lutéale, suivi d'un risque hypoglycémique en phase folliculaire. Il est probable pour ces femmes que l'annonce de la date des menstruations aux systèmes de boucle semi-fermée permettra d'en limiter les conséquences au jour le jour. Ces variations au cours du cycle passent probablement par des mécanismes hormonaux (notamment les modifications des taux sanguins de progestérone et d'estradiol) et possiblement des modifications comportementales.

**Mots-clés** : cycle menstruel, diabète, estrogènes, glycémie, progestérone.

## INTRODUCTION

En France comme dans le monde globalement, l'incidence et la prévalence du diabète sont plus fortes chez les hommes que chez les femmes<sup>1</sup>. Les femmes en âge de procréer utilisent, plus facilement que les hommes, glucides et lipides comme sources d'énergie, ce qui les préserve en partie de l'accumulation de la graisse ectopique et viscérale qui favorise l'insulino-résistance<sup>2</sup>. Cette protection passe notamment par l'action des estrogènes sur les tissus insulinosensibles. Ce point est illustré par les effets délétères de la ménopause sur la composition corporelle et l'homéostasie glucidique<sup>3</sup>. En outre, les traitements par estrogènes en cas d'insuffisance ovarienne réduisent le risque de diabète de type 2<sup>4</sup>. Cependant, les avantages métaboliques des femmes s'estompent en cas de diabète<sup>2</sup>.

La grossesse conduit également à des modifications hormonales importantes, avec notamment une sécrétion très importante d'hormone chorionique placentaire (hCG) pendant les 16 premières semaines d'aménorrhée (SA) et une augmentation progressive des taux de progestérone et d'estrogène pour atteindre des taux maximaux en fin de grossesse. Ces variations hormonales s'accompagnent de modifications du métabolisme visant à assurer une nutrition adéquate à la fois pour la mère et pour l'unité foeto-placentaire en cours de croissance<sup>5</sup>. Ces bouleversements métaboliques et hormonaux contribuent à favoriser la mise en réserve de glycogène et des lipides lors du 1<sup>er</sup> trimestre (anabolisme facilité) et l'utilisation de substrats à partir de la seconde partie de grossesse (catabolisme privilégié). L'insulino-résistance qui se développe après 24 SA permet d'apporter les substrats énergétiques au fœtus (glucose, acides aminés, et acides gras provenant du tissu adipeux maternel).

Paris, 17-18 novembre 2023

En conséquence, chez les personnes vivant avec un diabète, les besoins en insuline diminuent en début de grossesse d'environ 20%. En revanche, ils augmentent en seconde partie de grossesse, alors que l'insulino-résistance maternelle augmente. L'augmentation de 50% des besoins au second trimestre est suivie habituellement de leur stabilisation au troisième trimestre de la grossesse<sup>6</sup>. Le diabète gestationnel se développe classiquement après 24 SA, quand l'insulino-résistance s'installe, même s'il peut être identifi e précocement pendant la grossesse<sup>7,8</sup>.

Enfin, la contraception orale est réputée intervenir dans la régulation glucidique. En réalité, chez la femme sans trouble métabolique, il n'y a pas de différence marquée selon les traitements hormonaux utilis es<sup>9</sup>. Les modifications semblent modérées en cas de diabète également, sans implication thérapeutique majeure<sup>10</sup>.

Tous ces éléments nous montrent le rôle des hormones sexuelles sur la régulation glycémique. Dans cet article, nous nous intéresserons en particulier à l'influence des différentes phases du cycle menstruel (et ses variations hormonales) sur l'équilibre glycémique des femmes vivant avec un diabète, uniquement de type 1 (DT1) car il n'y a pas de données disponibles dans le cadre du diabète de type 2.

### **LES FEMMES EN ÂGE DE PROCRÉER VIVANT AVEC UN DT1 RAPPORTENT-ELLES DES VARIATIONS GLYC EMQUES SELON LES PHASES DU CYCLE ?**

Dès 1942, une étude rapportait des variations glycémiques selon les phases du cycle menstruel, avec la moitié des épisodes d'acidocétose survenant au moment des menstruations<sup>11</sup>. Dans notre pratique quotidienne, certaines femmes vivant avec un diabète et en âge de procréer nous rapportent des variations glycémiques selon les phases de leur cycle menstruel. Le pourcentage de femmes touchées par des modifications glycémiques ou des doses d'insuline a été estim e en Nouvelle Zélande chez 124 femmes âgées de 18 à 40 ans vivant avec un DT1 : 61% notaient des variations de leurs glycémies capillaires et 36% étaient amenées à adapter leur dose d'insuline<sup>12</sup>. Dans notre étude ayant inclus 24 femmes vivant avec un DT1, 14 (58.2%) rapportaient des variations glycémiques et 8 (33.3%) la nécessité de modifier leurs doses d'insuline selon les phases de cycle<sup>13</sup>.

### **LES OBSERVATIONS INITIALES EN CONSIDÉRANT L'AUTO- SURVEILLANCE GLYCÉMIQUE**

Deux études ont  valu e les modifications des glycémies capillaires pendant le cycle menstruel<sup>14,15</sup>. Dans la première, le clamp insulinique r ealis e lors de la phase lutéale vs. la phase folliculaire mettait en évidence une augmentation glycémique chez 7 des 16 femmes explorées vivant avec un DT1<sup>15</sup>. Dans la seconde étude, on observait une augmentation glycémique pendant la phase lutéale chez 2/3 des 26 femmes vivant avec un DT1 (168 cycles explor es)<sup>14</sup>.

### **QU'EN EST-IL AVEC LES DONNÉES DE MESURE CONTINUE DU GLUCOSE ?**

La mesure continue du glucose a permis de recueillir des données glycémiques plus précises. Le *tableau 1* reprend les quatre études disponibles à ce jour, toutes réalisées chez

des femmes vivant avec un DT1. L'étude pilote la plus ancienne a exploré 4 femmes pendant trois cycles<sup>16</sup>. Elle a montré une bonne reproductibilité intra-individuelle inter-cycle, ce qui a été confirmé dans notre étude<sup>13</sup>. Deux des 4 femmes présentaient une diminution du temps en dessous de 140 mg/dL en phase lutéale tandis que les deux autres avaient des profils globalement stables. L'augmentation glycémique en phase lutéale vs. folliculaire était confirmée dans une seconde étude ayant inclus 6 femmes pour un cycle unique<sup>17</sup>. La troisième étude a montré une augmentation du risque hyperglycémique pendant la période péri-ovulatoire (fin de phase folliculaire, ovulation, phase lutéale précoce) sans variation statistiquement significative du risque hypoglycémique, même s'il semblait moins fort en phase lutéale<sup>18</sup>.

Tableau 1. - Évaluation des modifications glycémiques par mesure continue du glucose pendant le cycle menstruel de femmes vivant avec un diabète de type 1

Publication	Nombre de patients	Nombres de cycles menstruels	Périodes analysées	Résultats principaux
Goldner <i>et al.</i> 2004 <sup>16</sup>	n = 4	n = 12	Tous les 3 jours	- 2 des 4 femmes avec diminution du temps en dessous de 140 mg/dL en phase lutéale.
Barata <i>et al.</i> 2013 <sup>17</sup>	n = 6	n = 6	2 phases de 3 jours	- diminution du TIR en phase lutéale vs. folliculaire. - augmentation du TAR en phase lutéale vs. folliculaire.
Brown <i>et al.</i> 2015 <sup>18</sup>	n = 12	n = 36	6 phases de 3 jours	- augmentation du HBGI en périovulation jusqu'en phase lutéale précoce.
Tatulashvili <i>et al.</i> 2022 <sup>13</sup>	n = 24	n = 62	5 phases de 3 jours	- Diminution du TIR en phase lutéale. - Augmentation du TBR en phase folliculaire.

HBGI: index d'hyperglycémie; TAR: temps au-dessus de la cible (>180 mg/dL); TBR: temps en dessous de la cible (< 70 mg/dL); TIR: temps dans la cible (entre 70 et 180 mg/dL).

Dans ce contexte, l'étude que nous avons réalisée était la plus complète: 62 cycles évalués avec les indicateurs récents de mesure continue du glucose<sup>13</sup>. Nous avons sélectionné 24 femmes sur 107 sur des critères précis: cycles spontanés de 24 à 35 jours; pas de traitement interférant avec le niveau glycémique ni de changement de traitement insulinique ou du mode de vie pendant la période d'exploration; HbA1c ≤ 10%; pas de grossesse, allaitement ou contraception hormonale ni de syndrome des ovaires polykystiques. La *Figure 1* montre l'évolution du temps dans la cible (TIR: entre 70 et 180 mg/dL) pendant les cinq phases du cycle menstruel considérées sur trois jours.

On observait parallèlement à la diminution du TIR une augmentation du temps au-dessus de la cible (TAR) et de l'index d'hyperglycémie (HBGI) pendant la phase lutéale. Risque hypoglycémique (LBGI) et variabilité glycémique (coefficient de variation) étaient les plus marqués en phase folliculaire<sup>13</sup>.

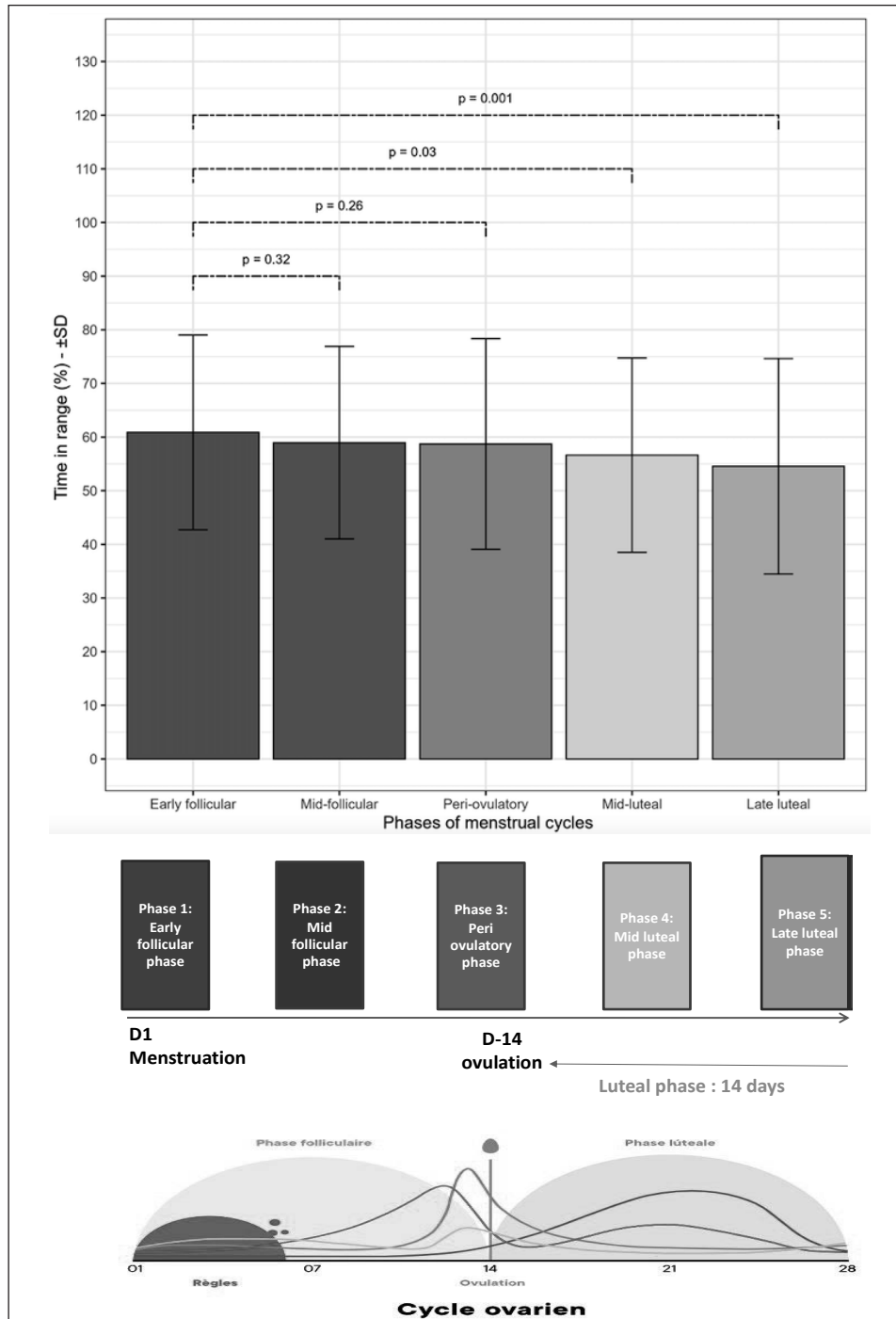


Figure 1. - Évolution du temps dans la cible pendant les cinq phases de 62 cycles menstruels.

## **LA VARIATION GLYCÉMIQUE INDUITE PAR LE CYCLE MENSTRUEL DOIT-ELLE ÊTRE CONSIDÉRÉE AVEC LES BOUCLES SEMI-FERMÉES ?**

Levy *et al.* rapportent les données de 16 femmes avec insulinothérapie délivrée en boucle semi-fermée et qui taguaient les phases du cycle menstruel sur une application (étude « International Diabetes Closed Loop »)<sup>19</sup>. Les participantes ont rapporté entre 3 à 14 cycles menstruels chacune, pour un total de 96. Les cycles étaient évalués selon trois phases (menstruation (ou phase lutéale précoce), phase lutéale et autre). Les données de mesure continue du glucose ont été identiques pendant ces trois phases. Selon l'hypothèse d'une variation glycémique selon les phases du cycle menstruel, on s'attendait à une variation de la quantité d'insuline délivrée selon ces phases. En réalité, le système délivrait des quantités identiques d'insuline basale ou en bolus au long du cycle. L'hypothèse est que l'amélioration de l'équilibre glycémique sous boucle semi-fermée pourrait atténuer les variations d'insulino-sensibilité selon les phases du cycle menstruel<sup>19</sup>.

Au contraire, une étude récente a exploré la variation de l'insulino-sensibilité par clamp euglycémique chez 16 femmes en phase folliculaire vs. lutéale. Ces femmes vivant avec un DTI étaient traitées par pompe à insuline sous cutanée. Les résultats ont montré une diminution du TIR en phase lutéale vs. folliculaire en boucle ouverte ou en boucle semi-fermée. Lorsque l'information de la date des menstruations était apportée à la boucle semi-fermée, le TIR et la TAR se stabilisaient au cours du cycle<sup>20</sup>. Cela suggère que cette information pourrait encore améliorer l'équilibre glycémique des femmes sous boucle semi-fermée.

## **VARIATIONS GLYCÉMIQUES ET PHASES DU CYCLE MENSTRUEL : LE RÔLE DES HORMONES SUR L'INSULINO-SENSIBILITÉ**

On considère classiquement que les variations d'insulino-sensibilité au cours du cycle menstruel sont déterminantes pour expliquer les variations glycémiques concomitantes. Ainsi, trois études ont montré une augmentation de l'insulino-résistance en phase lutéale par rapport à la phase folliculaire<sup>18, 20, 21</sup>, mais cela n'était pas confirmé dans une quatrième étude<sup>22</sup>.

Le taux de progestérone augmente en phase lutéale, conduisant probablement en partie à l'augmentation de l'insulino-résistance concomitante. La chute brusque de son taux en phase folliculaire précoce a été associée à une augmentation brutale de l'insulino-sensibilité pendant les menstruations<sup>16, 17</sup>.

Le rôle des estrogènes sur l'insulino-résistance est également très probable mais nous manquons d'une démonstration très claire. Chez les patients ayant une augmentation glycémique en phase lutéale dans l'étude de Widom *et al.*, la variation glycémique était associée à l'augmentation des taux d'estradiol entre phase folliculaire et lutéale<sup>15</sup>. Dans une étude prospective ayant inclus 259 femmes pré-ménopausées, l'estradiolémie était positivement corrélée aux glycémies. En revanche, Goldner *et al.* n'ont pas retrouvé de corrélation entre les deux paramètres dans leur étude limitée à 4 femmes<sup>16</sup>.

Enfin, il est possible que les fluctuations d'autres hormones (comme l'hormone de croissance, les corticostéroïdes et les androgènes) aient un lien avec les variations glycémiques au cours du cycle mais les données restent encore insuffisantes pour conclure définitivement<sup>16, 22, 23</sup>.

## **VARIATIONS GLYCÉMIQUES ET PHASES DU CYCLE MENSTRUEL : UNE EXPLICATION COMPORTEMENTALE ?**

La moitié des femmes de notre étude rapportait un changement de comportement alimentaire et 20% une modification de leur activité physique selon les phases du cycle<sup>13</sup>. Brown *et al.* ne rapportaient pas de modification de la prise alimentaire au cours du cycle menstruel<sup>18</sup>. En revanche, Martini *et al.* ont montré une augmentation de la prise alimentaire en phase lutéale par rapport à la phase folliculaire chez des femmes pré-ménopausées<sup>24</sup>. Les femmes vivant avec un diabète et souffrant de syndrome prémenstruel ont plus souvent des troubles du comportement alimentaire<sup>25</sup>. Cela suggère globalement que la conduite alimentaire pourrait être impliquée dans la variation glycémique au cours du cycle menstruel.

L'effet de l'activité physique sur le métabolisme glucidique pourrait également varier selon les phases du cycle. Par exemple, l'augmentation de l'estradiolémie pendant la phase lutéale est associée à une consommation de lipides plus importantes lors de l'exercice. En outre, l'activité physique semble associée à une consommation moindre de glycogène. Enfin, les comportements visant à limiter les hypoglycémies en phase folliculaire pourrait participer aux variations glycémiques<sup>26</sup>.

En particulier, il a été rapporté une augmentation des hypoglycémies et des changements de dose d'insuline en cas de syndrome prémenstruel<sup>27</sup>. Cela pourrait être en lien avec des variations de l'humeur et de la qualité du sommeil au cours du cycle menstruel<sup>23</sup>.

## **QUI EST SUJETTE AUX VARIATIONS GLYCÉMIQUES PENDANT LE CYCLE MENSTRUEL ?**

Les effectifs dans les études étant relativement faibles, il est difficile de déterminer les patientes les plus à risque de variations glycémiques en lien avec les phases du cycle menstruel. Dans notre étude, 17 femmes présentaient une diminution du TIR en phase lutéale et 7 avaient un TIR stable. Les femmes présentant une diminution du TIR vs. les autres avaient une durée de DT1 plus longue ( $20 \pm 10$  vs  $10 \pm 11$  ans, respectivement), un TIR plus faible ( $50 \pm 9$  vs  $76 \pm 7$  %) et un HBGI plus fort ( $14 \pm 4$  vs  $6 \pm 2$  mmol/L)<sup>13</sup>.

En outre, il semble que les femmes présentant un syndrome prémenstruel soient plus sujettes aux variations glycémiques au cours du cycle que celle n'en présentant pas<sup>15</sup>. Cela était également suggéré dans notre étude : 82 % des femmes présentant une diminution du TIR pendant la phase lutéale présentaient un syndrome prémenstruel contre 43 % de celles qui n'en présentaient pas,  $p=0,01$ <sup>13</sup>. Enfin, un âge de diagnostic du DT1 plus tardif était observé chez les femmes avec vs. sans variations glycémiques pendant le cycle dans une étude espagnole<sup>14</sup>.

## **POUR CONCLURE**

Un à deux tiers des femmes en âge de procréer et vivant avec un DT1 souffrent de variations glycémiques au cours de leurs cycles menstruels. Les variations les plus souvent observées sont une augmentation glycémique en phase lutéale, suivi d'un risque hypoglycémique en phase folliculaire. Il est probable pour ces femmes que l'annonce de la date des menstruations aux systèmes de boucle semi-fermée permettra d'en limiter les conséquences au jour le jour. Ces variations au cours du cycle passent probablement par des mécanismes

hormonaux (notamment les modifications des taux sanguins de progestérone et d'estradiol) et possiblement des modifications comportementales.

1. **AP-HP, Service d'Endocrinologie-Diabetologie-Nutrition, Hôpital Avicenne, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, CRNH-IdF, CINFO, Bobigny, France**
2. **Université Sorbonne Paris Nord and Université Paris Cité, INSERM, INRAE, CNAM, Center of Research in Epidemiology and Statistics (CRESS), Nutritional Epidemiology Research Team (EREN), F-93017 Bobigny, France**
3. **AP-HP, Unité d'Endocrinologie et Diabétologie, Hôpital Lariboisière, Université Paris-Cité, 75010 Paris, France**
4. **INSERM U1151 Immunity and Metabolism in Diabetes, ImMeDiab Team, Institut Necker Enfants Malades, and Université de Paris, Paris, 75015, France**

**Adresse pour la correspondance :** Professeur Emmanuel COSSON - Service d'Endocrinologie-Diabétologie-Nutrition, Hôpital Avicenne - 125 rue de Stalingrad, Bobigny 93000 cedex -  
Tel: +33 1 48 95 59 47 - Fax: +33 1 48 95 55 60

**E-mail :** emmanuel.cosson@aphp.fr

■ THE INFLUENCE OF HORMONAL CHANGES ON GLUCOSE LEVELS IN  
■ WOMEN LIVING WITH DIABETES?

■ by **Emmanuel COSSON**<sup>1,2</sup>, **Jean Baptiste JULLA**<sup>2,3</sup>,  
■ **Jean-Pierre RIVELINE**<sup>2,3</sup>, **Hélène BIHAN**<sup>1</sup> and **Sopio TATULASHVILI**<sup>1,2</sup>  
■ (Paris - France)

■ ABSTRACT

■ One to two third of women who live with type 1 diabetes before menopause complain of changes  
■ in glucose values according to the different phases of menstruations. The most observed changes are  
■ a trend for hyperglycemia during the luteal phase, followed by a higher hypoglycemic risk during  
■ the follicular phase. Closed-loop insulin delivery may benefit from informing the dosing algorithm  
■ with knowledge on menstrual cycle. Glucose changes across the menstrual cycles are related to  
■ hormonal (especially progesteron and estrogen) variations and possibly to behavioral changes.

**Key-words:** diabetes, estrogen, glycemia, menstruations, progesteron.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1. Fuentes S, Mandereau-Bruno L, Regnault N, et al.** Is the type 2 diabetes epidemic plateauing in France? A nationwide population-based study. *Diabetes Metab* 2020; **46**: 472-479. - **2. Tramunt B, Smati S, Grandgeorge N, et al.** Sex differences in metabolic regulation and diabetes susceptibility. *Diabetologia* 2020; **63**: 453-461. - **3. Nappi RE, Chedraui P, Lambrinoudaki I, et al.** Menopause: a cardiometabolic transition. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2022; **10**: 442-456. - **4. Kanaya AM, Herrington D, Vittinghoff E, et al.** Glycemic effects of postmenopausal hormone therapy: the Heart and Estrogen/progestin Replacement Study. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 2003; **138**: 1-9. - **5. Cosson E E.** Diab etes et grossesse. *EM-Consulte*, <https://www.em-consulte.com/es/article/1296770/diabetes-et-grossesse> (accessed 14 August 2023). - **6. Kampmann U, Knorr S, Fuglsang J, et al.** Determinants of Maternal Insulin Resistance during Pregnancy: An Updated Overview. *J Diabetes Res* 2019; **2019**: 5320156. - **7. Cosson E, Nachtergaele C, Vicaut E, et al.** Metabolic characteristics and adverse pregnancy outcomes for women with hyperglycaemia in pregnancy as a function of insulin resistance. *Diabetes Metab* 2022; 101330. - **8. Cosson E, Bentounes SA, Nachtergaele C, et al.** Prognosis Associated with Sub-Types of Hyperglycaemia in Pregnancy. *J Clin Med* 2021; **10**: 3904. - **9. Lopez LM, Grimes DA, Schulz KF.** Steroidal contraceptives: effect on carbohydrate metabolism in women without diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; CD006133. - **10. Gourdy P.** Diabetes and oral contraception. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2013; **27**: 67-76. - **11. Cramer HI.** The Influence of Menstruation on Carbohydrate Tolerance in Diabetes Mellitus. *Can Med Assoc J* 1942; **47**: 51-55. - **12. Lunt H, Brown LJ.** Self-reported changes in capillary glucose and insulin requirements during the menstrual cycle. *Diabet Med* 1996; **13**: 525-530. - **13. Tatulashvili S, Julla JB, Sritharan N, et al.** Ambulatory glucose profile according to different phases of the menstrual cycle in women living with type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2022; dgac443. - **14. Herranz L, Saez-de-Ibarra L, Hillman N, et al.** [Glycemic changes during menstrual cycles in women with type 1 diabetes]. *Med Clin (Barc)* 2016; **146**: 287-291. - **15. Widom B, Diamond MP, Simonson DC.** Alterations in glucose metabolism during menstrual cycle in women with IDDM. *Diabetes Care* 1992; **15**: 213-220. - **16. Goldner WS, Kraus VL, Sivitz WI, et al.** Cyclic changes in glycemia assessed by continuous glucose monitoring system during multiple complete menstrual cycles in women with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2004; **6**: 473-480. - **17. Barata DS, Adan LF, Netto EM, et al.** The effect of the menstrual cycle on glucose control in women with type 1 diabetes evaluated using a continuous glucose monitoring system. *Diabetes Care* 2013; **36**: e70. - **18. Brown SA, Jiang B, McElwee-Malloy M, et al.** Fluctuations of Hyperglycemia and Insulin Sensitivity Are Linked to Menstrual Cycle Phases in Women With T1D. *J Diabetes Sci Technol* 2015; **9**: 1192-1199. - **19. Levy CJ, O'Malley G, Raghinaru D, et al.** Insulin Delivery and Glucose Variability Throughout the Menstrual Cycle on Closed Loop Control for Women with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2022; **24**: 357-361. - **20. Diaz C JL, Fabris C, Breton MD, et al.** Insulin Replacement Across the Menstrual Cycle in Women with Type 1 Diabetes: An In Silico Assessment of the Need for Ad Hoc Technology. *Diabetes Technol Ther* 2022; **24**: 832-841. - **21. Trout KK, Rickels MR, Schutta MH, et al.** Menstrual cycle effects on insulin sensitivity in women with type 1 diabetes: a pilot study. *Diabetes Technol Ther* 2007; **9**: 176-182. - **22. Scott AR, Macdonald IA, Bowman CA, et al.** Effect of phase of menstrual cycle on insulin sensitivity, peripheral blood flow and cardiovascular responses to hyperinsulinaemia in young women with type 1 diabetes. *Diabet Med* 1990; **7**: 57-62. - **23. Gamarra E, Trimboli P.** Menstrual Cycle, Glucose Control and Insulin Sensitivity in Type 1 Diabetes: A Systematic Review. *J Pers Med* 2023; **13**: 374. - **24. Martini MC, Lampe JW, Slavin JL, et al.** Effect of the menstrual cycle on energy and nutrient intake. *Am J Clin Nutr* 1994; **60**: 895-899. - **25. Cawood EH, Bancroft J, Steel JM.** Perimenstrual symptoms in women with diabetes mellitus and the relationship to diabetic control. *Diabet Med* 1993; **10**: 444-448. - **26. Toor S, Yardley JE, Momeni Z.** Type 1 Diabetes and the Menstrual Cycle: Where/How Does Exercise Fit in? *Int J Environ Res Public Health* 2023; **20**: 2772. - **27. Lundman B, Asplund K, Norberg A.** Metabolic control, food intake and mood during the menstrual cycle in patients with insulin-dependent diabetes. *Int J Nurs Stud* 1994; **31**: 391-401.