

QU'EN EST-IL DES RECOMMANDATIONS EN CAS D'ACTIVITÉ PHYSIQUE CHEZ LE PATIENT DIABÉTIQUE DE TYPE 1 ?

Une revue exhaustive de la littérature nous permet déjà de conclure que peu de recommandations existent à cet égard et encore moins chez les patients traités par PPCSCI. En 1994, D. Wasserman a publié dans *Diabetes Care* des recommandations que l'on pourrait résumer ainsi (2) :

- Éviter l'exercice si la glycémie à jeun est supérieure à 250 mg/dl avec présence de corps cétoniques ou si la glycémie est supérieure à 300 mg/dl.
- Absorber des hydrates de carbone si la glycémie est inférieure à 100 mg/dl.

Plus récemment, en 2005, dans la même revue, les auteurs précisent la notion d'apport glucidique en cas d'activité physique (3). Ils précisent également une notion concernant la durée de l'activité physique ainsi que l'intensification de l'auto-surveillance glycémique jusqu'à douze heures après l'exercice physique.

En 2007, l'*American Diabetes Association* (ADA) reprend des recommandations assez simples qui se calquent sur les précédentes sans néanmoins proposer d'algorithmes d'adaptation d'insulinothérapie précis (4).

Par ailleurs, la notion d'intensité de l'activité physique est une notion importante sur le plan physiologique et seul un livre à cet égard propose des algorithmes de diminution de l'insuline prandiale et/ou de l'insuline basale en fonction de l'intensité de l'activité physique (estimée par le pourcentage de la

fréquence cardiaque maximale théorique atteinte) (5). Néanmoins, force est de constater que ces propositions d'adaptation sont relativement complexes puisque basées, d'une part, sur l'intensité de l'exercice physique et, d'autre part, sur la durée de l'exercice physique. Ces deux données ne sont pas toujours facilement estimables par le patient ou prévisibles par ce dernier.

En ce qui concerne les recommandations francophones, l'ALFEDIAM (devenue SFD) a également proposé, en 1998, une adaptation de l'insulinothérapie en fonction de l'intensité de l'effort physique représentée par le pourcentage de la fréquence maximale cardiaque théorique et la durée de l'effort physique (6).

Néanmoins, toutes ces adaptations proposées ne font pas mention d'un traitement et aucune recommandation à cet égard n'existe dans la littérature. Chez ce type de patients, nous devons donc nous poser des questions primordiales : quel est le moment de l'exercice physique ? S'agit-il d'une période postprandiale ? S'agit-il d'une période de jeûne ?... Par ailleurs, le type d'effort doit également pouvoir être évalué : qu'en est-il de l'intensité de l'effort physique (exprimé par la VO₂ maximale ou la fréquence cardiaque maximale théorique) ? S'agit-il d'un effort aérobie ou anaérobie (notion de seuils ventilatoires) ? Quelle est la durée de cet effort physique ? S'agit-il d'une activité physique en endurance ou en résistance ?

À cet égard, Yardley et son équipe ont publié en 2012 un article concernant les patients diabétiques de type 1 traités par pompe à perfusion continue d'insuline

(7). Il s'agit d'une étude observationnelle concernant les enfants et les adolescents diabétiques de type 1 pratiquant un exercice physique. Sans entrer dans les détails de cette étude, les auteurs ont permis de différencier les patients qui réduisaient de 50 % le débit de base de leur pompe à insuline par rapport à ceux qui laissaient leur débit de base habituel durant l'exercice. Paradoxalement, les auteurs concluent que les hypoglycémies tardives étaient plus présentes que les hypoglycémies durant l'exercice et qu'il n'y avait pas d'avantage chez les patients qui réduisaient leur débit de base. Bien au contraire, les patients réduisant leur débit de base durant l'exercice présentaient une tendance de risque accru d'hypoglycémie tardive.

Face à ces ambiguïtés et à l'absence de recommandations, le Centre d'étude et de recherche pour l'intensification du traitement du diabète (CERIDT) a présenté au Congrès 2013 de la SFD des résultats préliminaires concernant la validation d'algorithmes de réduction des débits de base d'insuline chez les patients diabétiques de type 1 traités PPCSCI pratiquant une activité physique (8). Dans le cadre de cette étude, les patients bénéficiaient d'une mesure continue du glucose interstitiel. Les algorithmes proposés étaient applicables chez les sujets stabilisés qui évaluaient bien l'intensité de leurs actions physiques et qui prévoyaient une activité de 30 minutes environ. Dans tous les cas, le débit de base devait être diminué 30 minutes avant l'activité physique et ce jusque 2 heures après l'effort. En cas d'activité physique modérée, la réduction de débit de base proposée était de 80 % dans un premier temps en prenant des

2 Pompes à insuline, capteurs et activité physique

Existe-t-il des recommandations ?

Il est utile de pratiquer régulièrement une activité physique pour maintenir sa condition physique. Non seulement le type d'activité physique à choisir est important (de préférence de type aérobie en décharge) mais également sa fréquence et son intensité (1). En effet, outre l'effet favorable sur le poids, la pratique régulière d'une activité physique permet d'améliorer de nombreux paramètres métaboliques et cardiovasculaires.

Dr Régis Radermecker*

La pratique d'une activité régulière prend évidemment toute son importance lorsque l'on s'adresse aux patients diabétiques de type 2, souvent en surpoids, et par définition, à très haut risque cardiovasculaire. Dans le présent article, nous nous intéresserons néanmoins plus particulièrement aux patients diabétiques de type 1 et en particulier à ceux traités par Pompe à perfusion continue sous-cutanée d'insuline (PPCSCL). Le diabète de type 1 est une maladie auto-immune aboutissant à la perte (quasi) complète de sécrétion d'insuline. Le patient va donc nécessiter tout au long de sa vie un apport exogène d'insuline soit sous forme de schéma multi-injections (basal prandial ou basal bolus) soit à l'aide d'une PPCSCL. Il conviendra dès lors que le patient adapte son insulinothérapie en fonction de son quotidien et, en particulier, en fonction de l'activité physique qu'il pratiquera.

PHYSIOLOGIE DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

CHEZ LA PERSONNE SAINNE

L'activité physique chez la personne saine s'accompagne d'une adaptation de la boucle glucose-insuline permettant d'obtenir une glycémie stable. Parmi les adaptations il existe, d'une part, une libération des acides gras, une augmentation de la production hépatique de glucose, une augmentation de la captation musculaire de glucose et, d'autre part, une diminution adaptative de la sécrétion d'insuline. Ces adaptations permettent une homéostasie de la glycémie et empêchent donc toute excursion hyper ou hypoglycémique.

CHEZ LE PATIENT DIABÉTIQUE DE TYPE 1

Chez le patient diabétique de type 1, la situation est beaucoup plus complexe et il s'agit d'une problématique adaptative encore non résolue. En effet, l'activité de l'insuline perfusée est évidemment moins modulable et, dès

lors, cette adaptation moindre de l'insulinémie entraîne une réduction de la production hépatique de glucose qui in fine amène le patient à risque d'hypoglycémie. Dès lors, chez le patient diabétique de type 1, qu'il soit sous schéma multi-injections ou sous PPCSCL, une adaptation fine de son insulinothérapie requiert des algorithmes précis qui n'existent pas à l'heure actuelle. En effet, le contrôle de la glycémie chez le patient diabétique de type 1 pratiquant une activité physique reste complexe. Nous pouvons effectivement nous poser différentes questions :

- Dans quelles proportions adapter l'administration d'insuline ?
- Comment assurer un apport glucosé suffisant mais non excessif ?
- Comment gérer les suites de l'exercice physique sans excursion glycémique marquée ou hypoglycémie tardive ?

On peut dès lors légitimement déjà se poser la question de l'utilité d'une surveillance continue de la glycémie ou de la concentration interstitielle du glucose.

*MD PhD Service de Diabétologie Nutrition, Maladies métaboliques, CHU de Liège, Maître de conférences, Université de Liège, Belgique

QU'EN EST-IL DES RECOMMANDATIONS EN CAS D'ACTIVITÉ PHYSIQUE CHEZ LE PATIENT DIABÉTIQUE DE TYPE 1 ?

Une revue exhaustive de la littérature nous permet déjà de conclure que peu de recommandations existent à cet égard et encore moins chez les patients traités par PPCSCI. En 1994, D. Wasserman a publié dans *Diabetes Care* des recommandations que l'on pourrait résumer ainsi (2) :

- Éviter l'exercice si la glycémie à jeun est supérieure à 250 mg/dl avec présence de corps cétoniques ou si la glycémie est supérieure à 300 mg/dl.
- Absorber des hydrates de carbone si la glycémie est inférieure à 100 mg/dl.

Plus récemment, en 2005, dans la même revue, les auteurs précisent la notion d'apport glucidique en cas d'activité physique (3). Ils précisent également une notion concernant la durée de l'activité physique ainsi que l'intensification de l'auto-surveillance glycémique jusqu'à douze heures après l'exercice physique.

En 2007, l'*American Diabetes Association* (ADA) reprend des recommandations assez simples qui se calquent sur les précédentes sans néanmoins proposer d'algorithmes d'adaptation d'insulinothérapie précis (4).

Par ailleurs, la notion d'intensité de l'activité physique est une notion importante sur le plan physiologique et seul un livre à cet égard propose des algorithmes de diminution de l'insuline prandiale et/ou de l'insuline basale en fonction de l'intensité de l'activité physique (estimée par le pourcentage de la

fréquence cardiaque maximale théorique atteinte) (5). Néanmoins, force est de constater que ces propositions d'adaptation sont relativement complexes puisque basées, d'une part, sur l'intensité de l'exercice physique et, d'autre part, sur la durée de l'exercice physique. Ces deux données ne sont pas toujours facilement estimables par le patient ou prévisibles par ce dernier.

En ce qui concerne les recommandations francophones, l'ALFEDIAM (devenue SFD) a également proposé, en 1998, une adaptation de l'insulinothérapie en fonction de l'intensité de l'effort physique représentée par le pourcentage de la fréquence maximale cardiaque théorique et la durée de l'effort physique (6).

Néanmoins, toutes ces adaptations proposées ne font pas mention d'un traitement et aucune recommandation à cet égard n'existe dans la littérature. Chez ce type de patients, nous devons donc nous poser des questions primordiales : quel est le moment de l'exercice physique ? S'agit-il d'une période postprandiale ? S'agit-il d'une période de jeûne ?... Par ailleurs, le type d'effort doit également pouvoir être évalué : qu'en est-il de l'intensité de l'effort physique (exprimé par la VO₂ maximale ou la fréquence cardiaque maximale théorique) ? S'agit-il d'un effort aérobie ou anaérobie (notion de seuils ventilatoires) ? Quelle est la durée de cet effort physique ? S'agit-il d'une activité physique en endurance ou en résistance ?

À cet égard, Yardley et son équipe ont publié en 2012 un article concernant les patients diabétiques de type 1 traités par pompe à perfusion continue d'insuline

(7). Il s'agit d'une étude observationnelle concernant les enfants et les adolescents diabétiques de type 1 pratiquant un exercice physique. Sans entrer dans les détails de cette étude, les auteurs ont permis de différencier les patients qui réduisaient de 50 % le débit de base de leur pompe à insuline par rapport à ceux qui laissaient leur débit de base habituel durant l'exercice. Paradoxalement, les auteurs concluent que les hypoglycémies tardives étaient plus présentes que les hypoglycémies durant l'exercice et qu'il n'y avait pas d'avantage chez les patients qui réduisaient leur débit de base. Bien au contraire, les patients réduisant leur débit de base durant l'exercice présentaient une tendance de risque accru d'hypoglycémie tardive.

Face à ces ambiguïtés et à l'absence de recommandations, le Centre d'étude et de recherche pour l'intensification du traitement du diabète (CERIDT) a présenté au Congrès 2013 de la SFD des résultats préliminaires concernant la validation d'algorithmes de réduction des débits de base d'insuline chez les patients diabétiques de type 1 traités PPCSCI pratiquant une activité physique (8). Dans le cadre de cette étude, les patients bénéficiaient d'une mesure continue du glucose interstitiel. Les algorithmes proposés étaient applicables chez les sujets stabilisés qui évaluaient bien l'intensité de leurs actions physiques et qui prévoisaient une activité de 30 minutes environ. Dans tous les cas, le débit de base devait être diminué 30 minutes avant l'activité physique et ce jusque 2 heures après l'effort. En cas d'activité physique modérée, la réduction de débit de base proposée était de 80 % dans un premier temps en prenant des

options de sécurité qui pouvaient ensuite être passées à une réduction de 50 % si les glycémies restaient élevées. En cas d'activité physique intense, l'arrêt de pompe était proposé avec reprise de la perfusion 2 heures après l'exercice (option de sécurité si les glycémies restaient élevées). Dès lors, dans cette étude intitulée Diabrasport, deux conditions d'activité physique ont été testées :

- Trois heures après un repas, c'est-à-dire une période de la journée où la glycémie est sous la dépendance exclusivement du débit de base.
- Quatre-vingt-dix minutes après un repas, c'est-à-dire une période de la journée où la glycémie dépendait principalement du bolus du déjeuner.

Les auteurs ont conclu, lors de la présentation de leurs résultats, que les algorithmes simples et personnalisés d'adaptation des doses d'insuline avaient pu être définis, permettant aux patients diabétiques de type 1 traités par PPCSCI de pratiquer une activité physique de loisir sans détériorer leur équilibre glycémique ni augmenter le risque d'hypoglycémie. Dès lors, nous sommes évidemment en attente de la publication de ces résultats détaillés ainsi que des algorithmes proposés en pratique clinique.

MESURE CONTINUE DU GLUCOSE ET ACTIVITÉ PHYSIQUE

Plusieurs études ont évalué l'exactitude de systèmes de mesure en continu du glucose durant l'effort. En effet, la mesure continue du glucose interstitielle repose, comme son nom l'indique, sur la mesure de la concentration du glucose sous-cutané (grâce à une réaction

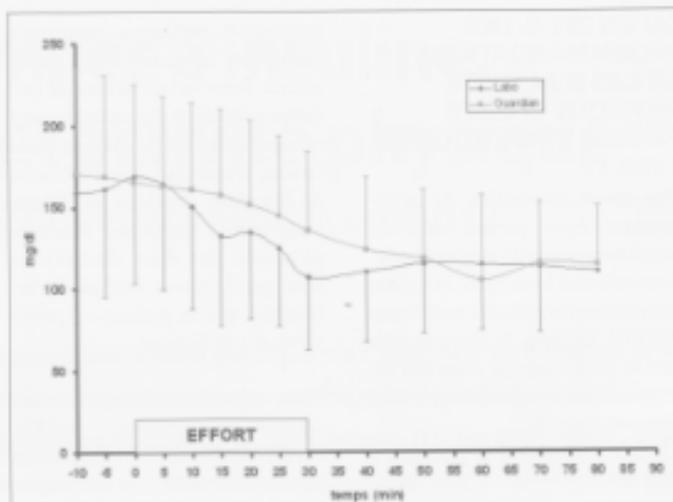


Figure 1 - Comparaison de la cinétique des concentrations de glucose (mg/dl) durant un exercice musculaire (EFFORT) à charge constante et à haute intensité de 30 minutes sur bicyclette. La courbe Guardian représente les valeurs mesurées dans le liquide interstitiel tandis que la courbe Labo concerne les valeurs de glycémies capillaires contemporaines.

gluco-enzymatique), qui n'est pas toujours le strict reflet de la glycémie. Différents dispositifs commercialisés par plusieurs firmes existent afin d'estimer cette concentration de glucose interstitielle.

MÉTHODOLOGIE

Nous avons évalué l'exactitude d'un de ces capteurs de glucose enzymatique sous-cutané lors d'un exercice physique aérobie pratiqué par les patients diabétiques de type 1 traités par PPCSCI (9). La veille de l'effort physique, les patients étaient hospitalisés et nous leur placions un capteur de glucose sous-cutané et étalonnions le capteur. Le jour de l'activité physique, l'équipe mettait en place une voie veineuse périphérique, étalonnait le capteur avant l'effort et proposait au patient une activité physique aérobie en décharge de 30 minutes sur cyclo-ergomètre en charge constante et à

haute intensité à +15 % du seuil ventilatoire. Après l'effort, une récupération en position allongée durant une heure était proposée. Dix sujets (cinq hommes, cinq femmes), sportifs habituels, demandeurs d'une meilleure connaissance de leur évolution glycémique à l'effort, ont été inclus dans l'étude. L'âge moyen des patients était de 51 ans (+/- douze ans). La durée moyenne du diabète était de vingt-quatre ans (+/- onze ans) et tous étaient traités par PPCSCI depuis plus d'un an. Leur taux moyen d'hémoglobine glyquée était de 7,5 % (+/- 0,8 %). L'exercice physique débutait deux heures après un petit déjeuner standard apportant 40 g de glucides. Cet exercice physique était également précédé d'un bolus d'insuline habituel. La glycémie 10 minutes avant l'effort était d'1,54 g/L (+/- 0,92 g/L), la glycémie moyenne au début de l'effort, c'est-à-dire au temps 0, était d'1,80 g/L (+/- 0,70 g/L).

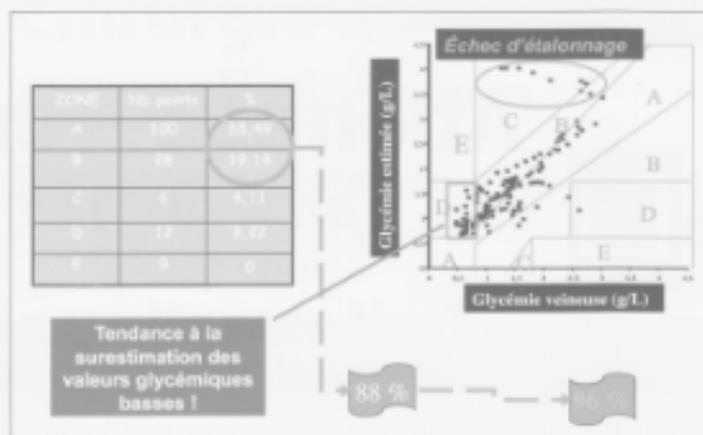


Figure 2 - Analyse des données glycémiques appariées par la Grille d'erreur de Clarke.

RÉSULTATS

En ce qui concerne les résultats de cette évaluation d'exactitude, la tolérance du capteur gluco-enzymatique était tout à fait correcte puisque les patients ne ressentent aucune gêne. Nous n'avons pas observé de désinsertion de capteur ou de réaction au site d'insertion du capteur. Malheureusement, un capteur a été impossible à étalonner. Comme vous pouvez le voir dans la figure 1, la baisse glycémique mesurée à l'effort était de 1,13 g/L (+/- 0,63 g/L) tandis que la baisse glycémique estimée par le capteur à l'effort était de 0,88 g/L (+/- 0,49 g/L). Bien que nous disposions d'un nombre important de couples cumulés de valeurs ponctuelles appareillées (n = 146), force était de constater que l'exactitude

était moins bonne dans les valeurs basses avec une tendance à la surestimation de ces valeurs glycémiques (Fig. 2).

CONCLUSION DE L'ÉTUDE

Nous avons donc conclu qu'une estimation glycémique cliniquement valable pouvait obtenir l'effort au moyen d'un capteur sous-cutané chez des sujets diabétiques de type 1 traités par pompe. La qualité de l'étalonnage restait essentielle avant l'exercice pour obtenir des données pertinentes. Ce type de capteur gluco-enzymatique actuellement commercialisé surestimait néanmoins les valeurs basses et nos résultats doivent donc être interprétés avec parcimonie. En effet, plutôt que les valeurs enregistrées, il nous semble

plus adéquat pour le patient utilisant un tel dispositif d'interpréter les tendances de baisse ou d'élévation glycémique proposées.

CONCLUSION GÉNÉRALE

À l'analyse des résultats disponibles dans la littérature, force est de constater qu'il n'existe pas de recommandations claires concernant l'activité physique et les utilisateurs de pompe à perfusion continue sous-cutanée. De nombreux paramètres interviennent dans l'appréhension et la bonne gestion de la glycémie lors de l'activité physique comme la durée, le moment, l'intensité, la fréquence cardiaque obtenue... Il est évident que la mesure continue du glucose constituera probablement un outil séduisant tout en précisant que l'exactitude de tels dispositifs devra être validée sur de larges populations. Il nous semble donc nécessaire d'obtenir rapidement des protocoles valables à grande échelle avec des algorithmes d'adaptation en fonction des différents paramètres évoqués. ■

Conflits d'intérêts : Aucun.

Mots-clés :

Capteur de glucose, Activité physique, Pompe à insuline

BIBLIOGRAPHIE

1. Boule N, Weisnagel S, Lakka T et al. Effects of Exercise Training on Glucose Homeostasis. The HERITAGE Family Study. *Diabetes Care* 2005 ; 28 : 108-14.
2. Wessermann D, Zimman B. Exercise in individuals with IDDM. *Diabetes Care* 1994 ; 17 : 924-37.
3. Silverstein J, Klingensmith G, Copeland K et al. Care of children and adolescents with type 1 diabetes. A statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2005 ; 28 : 186-212.
4. ADA/ACSM. Physical Activity/Exercise and Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2003 ; 26 : 573-577.
5. Denesh Nagi (Editeur). *Exercise and Sport in Diabetes*, 2^e Edition, 2005, 263 pages.
6. Gautier JF, Berne C, Grimm JJ et al. Activité physique et diabète. Recom-

mandations de l'ALFEDIAM. *Diabetes Metab* 1996 ; 24 : 281-90.

7. Yardley J, Icoe K, Sigal R et al. Insulin pump therapy is associated with less post-exercise hyperglycemia than multiple daily injections: an observational study of physically active type 1 diabetes patients. *Diabetes Technol Ther* 2013 ; 15 : 84-8.
8. Franc S. Quels algorithmes d'adaptation de l'insuline en cas d'activité physique et de traitement par pompe S/C ? Communication orale. SFD 2013, Montpellier, France.
9. Radermecker R, Fayolle C, Brun JF et al. Accuracy assessment of online glucose monitoring by a subcutaneous enzymatic glucose sensor during exercise in patients with type 1 diabetes treated by continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Metab* 2013 ; 39 : 258-62.