

Recommandations de consensus 2022 de L'ISPAD pour la pratique clinique

Prise en charge des enfants et adolescents diabétiques nécessitant une intervention chirurgicale

Thomas Kapellen¹ | Juliana Chizo Agwu² | Lizabeth Martin³ | Seema Kumar⁴ |
Marianna Rachmiel⁵ | Declan Cody⁶ | Sunkara VSG Nirmala⁷ |
M. Loredana Marcovecchio⁸ |

¹Department for Women and Child Health, Hospital for Children and Adolescents, Liebigstrasse 20 Leipzig; Children's hospital Am Nicolausholz, Bad Kösen, University of Leipzig, Germany

²Department of Paediatrics, Sandwell and West Birmingham, NHS Trust, United Kingdom

³University of Washington Department of Anesthesiology, Division of Pediatric Anesthesia, Seattle Children's Hospital, Seattle, Washington, United States

⁴Division of Pediatric Endocrinology, Department of Pediatric and Adolescent Medicine, Mayo Clinic, Rochester, MN, United States

⁵Pediatric Endocrinology and Diabetes Institute, Shamir (Assaf Haroffeh) Medical Center, Zerifin, Sackler School of Medicine, Tel Aviv University, Israel

⁶Children's Hospital Ireland Crumlin Dublin, University College Dublin

⁷Department of Pediatric and Preventive Dentistry. Narayana Dental College and Hospital, Nellore, Andhra Pradesh, India

⁸Department of Paediatrics, University of Cambridge and Cambridge University Hospitals, NHS Foundation Trust, Cambridge, United Kingdom

Auteur correspondant : Thomas Kapellen, Pediatric Endocrinologist, MD, Median Childrens Hospital "Am Nicolausholz" Bad Kösen, Elly Kutscher-Strasse 16 06628 Naumburg, Germany (+49-34463-43150) Email: thomas.kapellen@median-kliniken.de

Conflits d'intérêts : Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

Mots clés : diabète de type 1, diabète de type 2, chirurgie, jeûne, enfants, anesthésie, chirurgie bariatrique, traitement par pompe à insuline, surveillance du glucose en continu

Abréviations : USI, unité de soins intensifs ; IV, intraveineux ; BOHB, β -hydroxybutyrate ; PSCI, perfusion sous-cutanée continue d'insuline ; DT1, diabète de type 1 ; DT2, diabète de type 2

1. NOUVEAUTÉS OU DIFFÉRENCES

- Prise en charge de la population pédiatrique atteinte de différents types de diabète et subissant une intervention chirurgicale
- Utilisation des technologies du diabète (pompes et capteurs) chez les jeunes diabétiques subissant une intervention chirurgicale
- Jeunes diabétiques de type 2 sous traitement par voie orale avec de nouveaux médicaments
- Prise en charge du diabète chez les jeunes patients subissant une chirurgie bariatrique

2. RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

2.1 Les objectifs glycémiques pour l'intervention chirurgicale sont les suivants:

- Maintenir la glycémie dans une plage de 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/dl). **C**
- Prévenir les hypoglycémies. **E**
- Prévenir le développement d'une acidocétose diabétique (ACD). **E**

2.2 Évaluation des jeunes patients avant l'intervention chirurgicale et/ou l'anesthésie

- Nous recommandons aux jeunes diabétiques de consulter un

diabétologue avant tout type d'intervention chirurgicale ou d'anesthésie. **E**

- Nous recommandons que les jeunes diabétiques soient rigoureusement examinés par leur équipe de diabétologie plusieurs jours avant une chirurgie élektive ou une intervention sous anesthésie pour une évaluation approfondie de la glycémie et des cétones (urine/sang) et pour établir un plan formel de prise en charge du diabète avant, pendant et après l'intervention chirurgicale et/ou l'anesthésie. **E**
- Si la glycémie est sous-optimale et que l'intervention chirurgicale ne peut pas être reportée, envisager l'admission à l'hôpital avant l'intervention chirurgicale pour une optimisation impérative de la glycémie. **C**

2.3 Soins pré-opératoires pour les jeunes patients atteints d'un diabète de type 1, 2 ou autre nécessitant de l'insuline

- Si une anesthésie générale est prévue, envisager l'admission à l'hôpital ou en établissement de jour avec une équipe d'anesthésiologie disposant de protocoles pour la prise en charge du diabète. **E**
- Si une chirurgie ambulatoire est prévue, la glycémie doit impérativement être dans la plage cible et il est essentiel de communiquer avec le jeune patient diabétique et sa famille avant l'intervention. **E**
- L'anesthésiste est censé avoir l'expérience de l'insulinothérapie chez le jeune diabétique et prendre contact avec l'équipe de diabétologie au préalable. **E**
- Il est recommandé de programmer l'intervention comme étant la première de la journée ou sur la liste, en particulier si elle est effectuée dans un contexte de soins de jour. **E**
- Un site intraveineux (IV) pour utilisation pré-opératoire ou peropératoire est indispensable pour traiter les hypoglycémies. **E**
- Le schéma insulinique peut nécessiter des ajustements spécifiques en fonction de l'intervention (chirurgie majeure ou mineure) et du statut glycémique pré-existant. **E**
- Un traitement antihyperglycémique par voie orale, le cas échéant, peut aussi devoir être modifié. **E**
- L'insuline est indispensable, même à jeun, pour éviter une ACD. **A**
- La glycémie doit être impérativement vérifiée au moins toutes les heures pour détecter et prévenir les hypo et hyperglycémies. **E**
- La mesure de la cétonurie ou de la cétonémie est recommandée en cas d'hyperglycémie supérieure à 14 mmol/l (250 mg/dl). **E**
- Le traitement par perfusion sous-cutanée continue d'insuline (PSCI) peut être poursuivi dans certains cas de chirurgie élektive mineure. **E**

2.4 Soins peropératoires

- Surveiller la glycémie au moins toutes les heures et pendant la phase de récupération post-opératoire et immédiatement après. **E**
- La surveillance du glucose en continu (SGC) peut être utilisée en peropératoire si elle est jugée appropriée par l'anesthésiste, et la SGC est validée en même temps au chevet du patient. **E**
- Il existe peu de données sur les interactions entre agents anesthésiques et SGC ; il est donc nécessaire de procéder à une

surveillance simultanée de la glycémie au chevet du patient. **E**

- Envisager une perfusion IV avec du dextrose (dextrose à 5 %/chlorure de sodium à 0,9 %) en même temps qu'une perfusion IV d'insuline lors d'une chirurgie majeure et pour les jeunes diabétiques sous insuline NPH. **E**
- Envisager une perfusion IV de chlorure de sodium à 0,9 %, sans dextrose au départ, pendant une chirurgie mineure ou des interventions de moins de deux heures si le jeune diabétique est traité par injections quotidiennes multiples (IQM) ou PSCI. **C**
- Ajuster la perfusion de dextrose et l'insuline sous-cutanée pour maintenir la glycémie dans la plage de 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/dl). **C**
- En cas d'épisode d'hypotension aiguë inattendue, le chlorure de sodium à 0,9 % doit être perfusé rapidement, mais il faut éviter les liquides contenant du potassium. **E**

2.5 Soins post-opératoires

- Une fois que le patient peut être alimenté par voie orale, reprendre le schéma insulinique habituel. **E**
- Administrer de l'insuline à action courte ou rapide (en fonction du rapport insuline-glucides et du facteur de correction habituels). **E**
- Il peut être approprié d'administrer la première dose d'insuline postopératoire après la prise orale initiale pour s'assurer que les aliments sont tolérés. **E**
- Les besoins en insuline peuvent varier après l'intervention chirurgicale en raison de changements dans la prise orale, de nausées, du stress, de la douleur et de l'inactivité ; par conséquent, des mesures fréquentes de la SGC/glycémie sont recommandées pendant 24 à 48 heures post-intervention. **E**
- Certains systèmes de SGC peuvent fournir de faux relevés lorsqu'ils sont exposés à des médicaments spécifiques (dont l'acétaminophène) ; par conséquent, une surveillance simultanée de la glycémie au chevet du patient peut également être indiquée. **C**
- En unité de soins intensifs (USI) post-intervention, un objectif glycémique de 7,8 à 10 mmol/l (140 à 180 mg/dl) est suggéré. **C**

2.6 Situations spéciales

2.6.1 Chirurgie aiguë ou en urgence

- L'ACD peut ressembler à un abdomen aigu. En présence d'une ACD (pH < 7,3 et/ou bicarbonate < 18 mmol/l, et cétose), suivre un protocole de traitement établi pour l'ACD et, si possible, retarder l'intervention jusqu'à ce que l'acidose, la cétose, le volume circulant et les déficits électrolytiques soient stables ou suffisamment corrigés. **E**
- S'il ne s'agit pas d'une ACD, commencer l'administration de liquides IV et gérer l'insuline comme pour une chirurgie élektive. **E**
- Au cours d'une chirurgie majeure en urgence chez un enfant gravement malade, interrompre la PSCI. **E**

2.6.2 Diabète de type 2 ou autres types de diabète nécessitant uniquement des médicaments oraux

- Arrêter la metformine le jour de l'intervention. **C**
- Arrêter les sulfonurées, la thiazolidinédione, les inhibiteurs de la DPP-IV et les analogues du GLP-1 le jour de l'intervention. **E**

- Pour les jeunes diabétiques subissant une chirurgie majeure, supposée durer au moins deux heures, surveiller la glycémie toutes les heures et ajuster la perfusion de dextrose ou l'insuline IV pour maintenir la glycémie dans la plage de 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/dl). **E**
- Reprendre le traitement médicamenteux une fois la prise orale tolérée, à l'exception de la metformine qui doit être suspendue pendant 24 heures après une chirurgie majeure et jusqu'à ce que la fonction rénale normale ait été confirmée. Après une chirurgie mineure, la metformine peut être redémarrée une fois la prise orale tolérée. **E**

2.6.3 Recommandations et aspects d'ordre général à prendre en considération

- Dans la mesure du possible, programmer l'intervention chirurgicale dans des centres dotés du personnel et des installations appropriés pour dispenser des soins optimaux aux jeunes diabétiques. **E**
- Afin de garantir une sécurité optimale, un contact étroit est nécessaire entre les équipes de chirurgie, d'anesthésiologie et de diabétologie avant l'admission à l'hôpital pour une chirurgie électorale et dès que possible après l'admission pour une chirurgie en urgence. **E**
- Il est recommandé que les centres effectuant des interventions chirurgicales chez des jeunes diabétiques disposent de protocoles de prise en charge péri-opératoire. **E**
- Chaque hôpital doit formaliser les orientations sur la prise en charge des personnes diabétiques sous PSCI afin de leur permettre de poursuivre ce traitement pendant l'intervention, le cas échéant. **E**
- Il est recommandé d'avoir recours à des systèmes de SGC pour déterminer la tendance du glucose en péri-opératoire, mais de systématiquement confirmer les données de la SGC par des mesures glycémiques au chevet du patient. **E**

2.6.4 Chirurgie/interventions mineures

- Les jeunes patients subissant une chirurgie/intervention mineure peuvent être pris en charge avec de l'insuline basale (glargine ou insuline NPH à dose réduite) et ne pas avoir besoin de perfusion IV d'insuline. **E**
- L'accès IV doit être mis en place. **E**
- Il peut être approprié de poursuivre la PSCI avec de l'insuline basale ou en réduisant temporairement le débit basal. **E**
- Le patient peut conserver la PSCI tant qu'il n'est pas dans le champ chirurgical ou soumis à une diathermie (en particulier avec une canule métallique). **E**

3.6.5 Chirurgie majeure

- Une perfusion IV de dextrose est nécessaire pour maintenir le glucose dans la plage de 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/l) lors d'une chirurgie majeure. **E**
- Surveiller la glycémie toutes les heures avant, pendant et après l'intervention. **E**
- Il faut coordonner les horaires des restrictions alimentaires et hydriques pré-opératoires avec l'anesthésiste. **E**
- Le schéma insulinaire doit faire l'objet d'un ajustement spécifique. **E**

- Une perfusion IV d'insuline est indispensable. **E**

3. INTRODUCTION

La prise en charge du diabète dans la population pédiatrique comprend désormais un large éventail d'analogues de l'insuline, de dispositifs d'administration de l'insuline et de SGC. Une prise en charge sûre des jeunes diabétiques en péri-opératoire nécessite non seulement d'appréhender la physiopathologie de la maladie nécessitant une intervention chirurgicale, mais aussi de prendre soigneusement en compte le schéma thérapeutique individuel spécifique, l'état glycémique, l'évolution postopératoire prévue et l'environnement dans lequel le patient se trouvera à sa sortie de l'hôpital. Il est donc essentiel que le chirurgien et l'anesthésiste (en particulier) soient en contact avec l'équipe de diabétologie avant et après toute chirurgie majeure planifiée et en particulier toute chirurgie majeure aiguë.

Les directives révisées actuelles reposent sur les recommandations de consensus de l'ISPAD de 2018.¹ Elles s'appuient également sur les éléments suivants : The National Evidence-Based Clinical Care Guidelines for T1D for Children, Adolescents and Adults de l'Australasian Paediatric Endocrine Group et de l'Australian Diabetes Society,² Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada de Diabetes Canada³ et Care of Children under 18 years with Diabetes Mellitus Undergoing Surgery de l'Association of Children's Diabetes Clinicians.⁴ Elles comprennent en outre les recommandations de prise en charge péri-opératoire des enfants atteints de diabète résultant d'une revue complète de la littérature d'anesthésiologie.⁵ Étant donné qu'il existe peu d'articles scientifiques de qualité sur la prise en charge des jeunes diabétiques en chirurgie, les recommandations du présent document reposent principalement sur l'opinion d'experts, en accord avec les preuves à disposition issues d'études pédiatriques et de la littérature pertinente chez l'adulte. Le cas échéant, des directives de prise en charge péri-opératoire des adultes atteints de diabète ont été utilisées pour éclairer ces recommandations.

4. OBJECTIFS GLYCÉMIQUES PÉRI-OPÉRATOIRES

Le stress associé à l'intervention chirurgicale conduit à une réponse neuro-endocrinienne complexe caractérisée par une hyperglycémie et un état catabolique, qui peuvent affecter l'homéostasie glucidique chez les personnes avec et sans diabète. Chez les adultes subissant une chirurgie cardiaque, des épisodes hyperglycémiques postopératoires répétés, comparés à un seul épisode d'hyperglycémie ou une normoglycémie, ont été associés à des taux accrus de complications infectieuses (12,1 % contre 8,2 %), d'AVC (4,9 % contre 1,5 %) et de mortalité (6,1 % contre 2,1 %), malgré l'utilisation d'un protocole strict de prise en charge glycémique.⁶

Bien qu'il existe peu de preuves des répercussions d'une prise en charge glycémique pré-opératoire sous-optimale versus optimale sur l'issue de la chirurgie chez les jeunes diabétiques, des études chez

l'adulte suggèrent un risque accru de complications post-opératoires liées à l'hyperglycémie.⁷ Les adultes atteints de DT2 présentaient un risque environ dix fois plus élevé d'infections postopératoires des plaies⁸ et, dans cette population, l'hyperglycémie pré-opératoire était un facteur prédictif indépendant de complications infectieuses et de durée de séjour à l'hôpital.⁹ Une étude récente sur les résultats postopératoires chez les enfants atteints de diabète subissant une chirurgie orthopédique¹⁰ a signalé que les taux de complications, de réintervention et de réadmission à 30 jours chez les enfants non traités par insuline étaient supérieurs à ceux des enfants non diabétiques.

Sur la base des résultats des études chez l'adulte, pour améliorer l'issue d'une chirurgie majeure élective (non urgente), l'admission à l'hôpital avant une chirurgie élective pour évaluation et stabilisation des personnes qui n'atteignent pas les objectifs glycémiques optimaux doit être envisagée, ainsi que l'ajustement des doses d'insuline avant la chirurgie majeure et pendant plusieurs jours en postopératoire.¹¹

En ce qui concerne les objectifs glycémiques péri-opératoires optimaux, il existe actuellement suffisamment de données chez les adultes non diabétiques, mais peu d'essais cliniques randomisés (ECR) dans la population pédiatrique pour fournir des recommandations solides. Ce sujet reste donc controversé. Une étude chez des adultes gravement malades a montré les bénéfices d'une insulinothérapie intensive et d'une prise en charge glycémique stricte sur la base de l'expérience d'un seul centre.¹² Toutefois, les données subséquentes ne sont pas cohérentes et suggèrent même des préjudices associés à une glycémie stricte dans la population adulte.¹³ En outre, un vaste essai international multicentrique randomisé a montré qu'un objectif glycémique de 8-10 mmol/l par rapport à un objectif inférieur de 4,4-7 mmol/l était associé à une diminution de la mortalité à 90 jours.¹⁴ Une revue systématique de la base de données Cochrane n'a pas révélé de preuves suffisantes pour corroborer une gestion glycémique stricte par rapport à une gestion conventionnelle dans la prévention des infections du site chirurgical.¹⁵

5. UNE VALEUR DE 5 À 10 MMOL/L (90 À 180 MG/DL) EST-ELLE UN OBJECTIF GLYCÉMIQUE APPROPRIÉ POUR LA POPULATION JEUNE SUBISSANT UNE INTERVENTION CHIRURGICALE?

Certaines études chez l'adulte atteint de diabète suggèrent que l'hyperglycémie péri-opératoire est un facteur de risque indépendant pour la mortalité et la morbidité post-opératoires.^{16,17} Le maintien de la glycémie à moins de 11,1 mmol/l (200 mg/dl) post-intervention a significativement réduit l'incidence des infections profondes des plaies chez les adultes diabétiques bénéficiant d'un pontage aortocoronaire.^{18,19} Un contrôle plus strict de la glycémie peut toutefois entraîner un risque plus élevé d'hypoglycémie absolue et relative chez ces personnes.²⁰ Cette hypoglycémie est susceptible d'être particulièrement dangereuse car les personnes diabétiques peuvent présenter à la fois une perception altérée des hypoglycémies et une instabilité autonome.^{21,22} Une revue de la base

de données Cochrane n'a pas démontré de différences significatives pour la plupart des résultats lors de la comparaison d'une gestion de la glycémie péri-opératoire intensive versus conventionnelle. La gestion intensive était néanmoins associée à un nombre accru d'épisodes hypoglycémiques.¹⁹ Par conséquent, en l'état actuel, rien ne favorise des protocoles impliquant des objectifs glycémiques intensifs (glycémie proche de la normale) pour les personnes diabétiques subissant une intervention chirurgicale.

Les rapports pédiatriques chez les personnes non diabétiques comprennent des études rétrospectives plus anciennes, qui ont montré de manière constante une association entre hyperglycémie et hypoglycémie et de mauvais résultats dans le cadre des soins intensifs pédiatriques.²³⁻²⁶ Des ECR plus récents avec des plages glycémiques plus spécifiques chez des enfants gravement malades, y compris après une chirurgie cardiaque (glycémie stricte de 4,4 à 6,1 mmol/l ou 80 à 110 mg/l) et des brûlures, ont montré que des objectifs glycémiques stricts n'étaient pas plus favorables aux enfants que des objectifs plus laxistes.²⁷⁻³² Des revues systématiques et méta-analyses ont montré que, bien que l'infection acquise ait été réduite, la mortalité à 30 jours ne diminuait pas et l'incidence d'hypoglycémie était plus élevée.^{29,33} Un ECR multicentrique utilisant la SGC chez des enfants gravement malades a été interrompu avant la fin du recrutement par manque de bénéfice et en raison de preuves de préjudices dans le bras objectif bas (4,4-6,1 mmol/l ; 80-110 mg/dl, médiane 109 mg/dl) par rapport au bras objectif haut (8-10 mmol/l ; 150-180 mg/dl). Aucune différence significative n'a été observée dans la mortalité, la sévérité de dysfonctionnement des organes ou le nombre de jours sans respirateur, tandis que les participants du groupe objectif bas présentaient des taux plus élevés d'infections associées aux soins de santé et d'hypoglycémie sévère.³⁴

L'American Diabetes Association (ADA) a publié ses recommandations de soins pour les adultes atteints de diabète et hospitalisés. Elle recommande un objectif glycémique de 7,8 à 10 mmol/l (140 à 180 mg/dl) pour la plupart des personnes atteintes de diabète, qu'elles soient ou non gravement malades. Des objectifs plus stricts, à savoir 6,1 à 7,8 mmol/l (110 à 140 mg/dl), peuvent être appropriés pour certaines personnes atteintes de diabète si l'hypoglycémie peut être évitée.³⁵ Durant la période péri-opératoire, les objectifs glycémiques doivent être compris entre 4,4 et 10,0 mmol/l (80 et 180 mg/dl) pour les patients diabétiques.³⁵ Une fois l'insulinothérapie IV instaurée, la glycémie doit être maintenue entre 8 et 10 mmol/l (140 et 180 mg/dl).

Notre recommandation est assez similaire pour la population pédiatrique. Bien que les objectifs glycémiques péri-opératoires appropriés pour les chirurgies mineures soient moins clairs, les études menées chez l'adulte comparant différentes méthodes de contrôle de la glycémie au cours d'une chirurgie mineure et modérée n'ont démontré aucun effet indésirable du maintien des taux de glucose péri-opératoires entre 5 et 11 mmol/l (~90 et 200 mg/dl). Par conséquent, sur la base des données disponibles, il semble raisonnable de viser une glycémie dans la plage 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/dl) pour toutes les interventions chirurgicales chez les enfants diabétiques, suivie d'un objectif de 7,8 à 10 mmol/l (140 à 180 mg/dl) en unité de soins intensifs post-intervention.

6. LA SURVEILLANCE DU GLUCOSE SOUS-CUTANÉ JOUE-T-ELLE UN RÔLE EN PÉRI-OPÉRATOIRE?

Les méthodes les plus fréquemment utilisées pour la surveillance du glucose péri-opératoire restent les mesures veineuses, artérielles ou capillaires répétées, susceptibles de minimiser la variabilité entre les mesures. Les patients peuvent être particulièrement sujets à la variabilité glycémique et aux hypoglycémies en contexte péri-opératoire compte tenu de la nécessité d'être à jeun, de la variation de l'administration d'insuline et des perturbations physiologiques (stress chirurgical notamment).

La SGC offre une option de surveillance intensive des taux de glucose avant, pendant et après l'intervention où le maintien de l'euglycémie peut être bénéfique. Cependant, les preuves de l'exactitude de mesure, de la lisibilité et des effets sur la glycémie et le pronostic du recours à la SGC dans le cadre d'une intervention chirurgicale sont encore limitées. L'exactitude et la fiabilité globales des systèmes de SGC pendant et après l'intervention sont susceptibles de varier (le coefficient de corrélation entre SGC et méthodes conventionnelles varie de 0,69 à 0,92). Une étude de petite envergure chez des enfants non diabétiques subissant une chirurgie cardiaque a montré un taux élevé d'échec de mesure au bloc ; l'on a supposé qu'il était dû à une interférence avec l'équipement électrique, sans être affecté par l'hypoglycémie, l'utilisation d'inotropes ou l'œdème.³⁶ Une étude plus récente portant sur 12 adultes, comparant la SGC étalonnée en usine Dexcom G6 à la glycémie obtenue lors d'une chirurgie abdominale élective, a fait état de résultats encourageants, avec une différence relative moyenne absolue (MARD) de $12,7 \pm 8,7 \%$, $99,2 \%$ des mesures de la SGC dans les zones A et B de la grille d'erreur de Clarke et une surestimation du glucose de référence par la SGC de $1,1 \pm 0,8 \text{ mmol/L}$.³⁷

Une autre option consiste à faire appel à la surveillance du glucose en continu par balayage intermittent (SGCbi) (système FreeStyle Libre).³⁸ La surveillance du glucose intermittente à l'aide du système FreeStyle Libre a été évaluée chez huit adultes diabétiques gravement malades et montré une fiabilité de test-retest élevée et une exactitude de mesure acceptable par rapport à la mesure artérielle.³⁹ Le système Freestyle Libre ne doit toutefois pas être utilisé durant l'imagerie par résonance magnétique, la tomographie par émission de positons ou la diathermie (traitement par chaleur d'origine électrique à haute fréquence), comme indiqué par le fabricant. Cela s'applique également à la SGC de Dexcom.

Certains médicaments peuvent interférer avec les résultats de la SGC ; des doses élevées d'acétaminophène (paracétamol) sont notamment connues pour provoquer de fausses élévations des valeurs de glucose (au maximum jusqu'à 61 mg/dl de différence) jusqu'à huit heures.⁴⁰ Une interférence possible a été signalée pour l'hydroxyurée avec le dispositif Dexcom G6 et des médicaments comme le lisinopril, l'albutérol et l'aténolol avec les systèmes Medtronic Guardian et Dexcom G4.^{41,42} Sont indispensables des études complémentaires sur l'exactitude de la SGC avec les agents anesthésiques couramment utilisés.

Les utilisateurs de la SGC en contexte péri-opératoire doivent

être conscients du décalage possible entre les lectures du capteur et la glycémie, en particulier dans les situations où la glycémie évolue rapidement. Un effet de compression sur le capteur communément appelé « artéfact de compression » doit également être pris en compte et, sur la table d'opération, le capteur doit être positionné de manière à ne pas subir de compression et à être aussi éloigné que possible du champ opératoire.

En ce qui concerne l'avenir, la disponibilité des mesures de la SGC au moins toutes les cinq minutes et les informations supplémentaires fournies par les tendances de la SGC pourraient améliorer le contrôle de la glycémie péri-opératoire chez les enfants et les adolescents atteints de diabète.

7. CLASSIFICATION DES INTERVENTIONS ET ÉVALUATION PRÉALABLE À L'INTERVENTION

Pour la prise en charge des jeunes diabétiques subissant une intervention chirurgicale, il est utile de distinguer chirurgie majeure et chirurgie mineure. Il est important de noter que parfois la prise en charge d'une chirurgie « majeure » chez un enfant atteint de diabète stable peut être moins complexe qu'une chirurgie « mineure » chez un enfant dont la glycémie est sous-optimale et/ou bénéficiant d'un soutien social limité.

(a) La chirurgie mineure fait référence à des interventions courtes (généralement moins de deux heures) avec/sans sédation ou anesthésie, où il est prévu que la récupération soit rapide et où l'enfant devrait être en mesure de s'alimenter au repas suivant (dans les deux à quatre heures). Il s'agit d'interventions réalisées en établissement de jour et ambulatoires telles qu'endoscopies, études d'imagerie, adénotonsillectomie, insertion d'un drain transtympanique (« yoyo ») ou d'interventions simples pour les personnes hospitalisées, notamment changements de pansement ou traitements anticancéreux.

(b) La chirurgie majeure comprend toute intervention chirurgicale ou exploration sous anesthésie qui dure généralement plus de deux heures et comporte une forte probabilité de nausées et vomissements post-opératoires ou l'incapacité de s'alimenter correctement post-intervention.

Avant une chirurgie élective, chez les jeunes diabétiques, il faut procéder à une évaluation approfondie du profil glycémique et, le cas échéant, des cétones (urine/sang) et établir un plan formel de prise en charge du diabète en vue de la chirurgie et/ou de l'anesthésie. Si une chirurgie majeure est prévue, un ionogramme doit également être pratiqué.

Si l'on sait que la glycémie est sous-optimale et que l'intervention chirurgicale ne peut pas être reportée, envisager l'admission à l'hôpital avant l'intervention chirurgicale pour une stabilisation impérative de la glycémie.

8. SOINS PRÉ-OPÉRATOIRES POUR LES JEUNES DIABÉTIQUES SOUS INSULINE

- Dans la mesure du possible, l'intervention chirurgicale doit être la

première intervention programmée de la journée afin d'éviter un jeûne prolongé et de faciliter au mieux l'ajustement des schémas de traitement du diabète.

- Selon les règlements de l'établissement, les jeunes diabétiques peuvent être admis le jour même de l'intervention chirurgicale ou la veille, notamment en cas d'anesthésie générale. Si l'intervention prévue est en ambulatoire, la glycémie doit être dans la plage cible. Si la personne diabétique a d'autres raisons d'être hospitalisée ou si le diabète n'est pas bien contrôlé, une admission avant l'intervention est recommandée.
- L'anesthésiste doit avoir l'expérience du traitement insulino-dépendant et être en contact avec l'équipe de diabétologie au préalable.
- Un ajustement spécifique du schéma insulinaire est nécessaire en fonction de la chirurgie majeure ou mineure et du statut glycémique. L'insuline est indispensable (la dose peut devoir être ajustée), même en cas de jeûne, pour empêcher cétose et ACD.
- Un accès IV pré-opératoire ou peropératoire est requis pour traiter les hypoglycémies.
- La glycémie doit être surveillée au moins toutes les heures en péri-opératoire pour détecter et prévenir les hypo et hyperglycémies. La mesure de la cétonurie ou de la cétonémie doit être pratiquée si l'hyperglycémie est supérieure à 14 mmol/l (250 mg/dl).
- Dans certains cas de chirurgie élective mineure, les jeunes patients peuvent continuer à recevoir de l'insuline via PSCI.

9. CHIRURGIE MAJEURE (TELLE QUE DÉFINIE CI-DESSUS)

9.1 La veille de l'intervention

- Administrer l'insuline habituelle du soir et/ou du coucher (certains endocrinologues peuvent recommander de réduire la quantité d'insuline basale au coucher de 20 à 30 %). En cas de PSCI, conserver les débits basaux habituels (envisager une réduction basale de 20 % à 03 h 00 en cas de préoccupations liées aux hypoglycémies).
- Surveiller la glycémie et mesurer la concentration sanguine en β -hydroxybutyrate (BOHB) ou en cétones urinaires si la glycémie est supérieure à 14 mmol/l (250 mg/dl).

9.1.1 Omettre l'insuline du matin habituelle (courte et longue durée d'action) le jour de l'intervention chirurgicale et commencer la perfusion d'insuline

- Commencer une perfusion IV d'insuline et prévoir des liquides d'entretien IV composés de dextrose à 5 % et de chlorure de sodium à 0,9 % (cf. annexes 1 et 2).
- Les enfants sous PSCI doivent l'interrompre au début de la perfusion d'insuline.
- En fonction de l'emplacement de la canule de PSCI par rapport au champ opératoire, la canule peut être laissée en place ou devoir être retirée.
- Surveiller la glycémie au moins toutes les heures durant la période péri-opératoire. Viser à maintenir la glycémie entre 5 et 10 mmol/l (90 et 180 mg/l) en ajustant la dose d'insuline IV ou le débit de la

perfusion de dextrose pendant l'intervention chirurgicale.

- Si la glycémie est inférieure à 4 mmol/l (70 mg/dl), administrer un bolus IV de dextrose à 10 %, à raison de 2 ml/kg ; revérifier la glycémie 15 minutes plus tard et répéter si nécessaire. Si la glycémie est toujours inférieure à 4 mmol/l (70 mg/dl), arrêter l'insuline IV pendant 15 minutes et revérifier.
- Après l'intervention, lorsque la prise orale n'est pas possible, la perfusion de dextrose IV doit se poursuivre jusqu'à ce que l'enfant puisse à nouveau manger et boire.

10. CHIRURGIE MINEURE (TELLE QUE DÉFINIE CI-DESSUS)

Des algorithmes pour différents types d'insuline sont suggérés ci-après.

Pour tous les schémas insulinaires – Si les événements suivants se produisent

- Si la glycémie est inférieure à 4 mmol/l (70 mg/dl), administrer un bolus IV de dextrose à 10 %, à raison de 2 ml/kg ; revérifier la glycémie 15 minutes plus tard et répéter si nécessaire.
- Si la glycémie est supérieure à 14 mmol/l (250 mg/dl) pendant plus d'une heure, envisager de l'insuline à effet rapide sous-cutanée en utilisant le facteur de correction habituel de l'enfant ou 5 à 10 % de la dose quotidienne totale habituelle de l'enfant. La cétonémie ou la cétonurie doit être mesurée et une perfusion IV d'insuline envisagée en cas de production significative de cétones (il est généralement convenu qu'une cétonémie est significative lorsqu'elle est supérieure à 0,6 mmol/l).

1. Patients diabétiques sous schéma thérapeutique faisant appel à des injections quotidiennes multiples (IQM), de l'insuline basale une ou deux fois par jour (NPH, détémir, dégludec ou glargine) et de l'insuline à action courte ou rapide.

Interventions prévues le matin

- Le matin de l'intervention, administrer la dose habituelle d'insuline basale à action prolongée (glargine, détémir, dégludec) si elle est habituellement administrée à ce moment-là. Si l'évaluation pré-opératoire montre une tendance à des glycémies basses le matin, envisager de réduire la dose d'insuline à action prolongée de 20 à 30 % (les deux doses si cette insuline est administrée deux fois par jour).⁴³ Il n'existe aucune preuve permettant d'éclaircir la réduction de dose appropriée du dégludec ; cependant, sur la base de l'expérience avec d'autres insulines à action prolongée, une réduction de dose de 20 à 30 % la veille de l'intervention chirurgicale peut être envisagée.
- De manière générale, omettre l'insuline à action rapide habituelle avant le petit déjeuner (par exemple, insuline asparte, insuline lispro et glulisine) jusqu'après l'intervention lorsqu'elle peut être administrée avec un petit déjeuner tardif. Envisager l'insuline à action rapide uniquement pour corriger l'hyperglycémie.
- Songer à commencer les liquides IV : les personnes sous IQM avec glycémie au-dessus de la plage cible peuvent avoir besoin au départ de liquides IV sans dextrose. Des liquides IV contenant

du dextrose (dextrose à 5 %/chlorure de sodium à 0,9 %) doivent toutefois être administrés à quiconque traité avec de l'insuline NPH de manière à atténuer le risque d'hypoglycémie (car le pic d'action de l'insuline NPH est large). Sinon, la perfusion IV d'insuline peut être démarrée comme décrit ci-dessus pour une chirurgie majeure.

Interventions prévues l'après-midi (si cela ne peut être évité)

- Le matin de l'intervention, administrer la dose habituelle d'insuline à action prolongée (si elle est habituellement administrée à ce moment-là). Pour certaines personnes, une réduction de 20 à 30 % de la dose diminuera le risque d'hypoglycémie.⁴³
 - Si l'anesthésiste autorise l'enfant à prendre un petit déjeuner léger et à consommer des liquides clairs jusqu'à quatre heures avant l'intervention, l'administration de liquides IV (et la perfusion IV d'insuline, le cas échéant) pourrait commencer deux heures avant l'intervention ou au plus tard à midi (cf. annexes) si tel est le choix de l'équipe de diabétologie.
2. Patients jeunes sous perfusion sous-cutanée continue d'insuline (PSCI)
- Dans la population pédiatrique, la PSCI peut être maintenue pendant une intervention chirurgicale. Cependant, si l'anesthésiste n'a pas confiance en la gestion de la PSCI, il est plus sûr de retirer la pompe à insuline et de la remplacer par une perfusion IV d'insuline, comme décrit ci-dessus.
 - Lorsqu'un enfant sous PSCI se rend au bloc, il est important de bien fixer la canule de perfusion sous-cutanée pour éviter son délogement et l'interruption de l'administration d'insuline pendant l'intervention. Le site d'insertion doit être éloigné du champ opératoire et à un endroit où il n'y aura pas de compression. Idéalement, la canule doit être changée la veille de l'intervention et ne doit pas être en place depuis plus de deux jours.
 - Si l'anesthésie générale est courte (moins de deux heures), la PSCI peut se poursuivre au débit basal adapté à l'heure de la journée. Le débit basal peut être suspendu, si nécessaire, pendant 30 minutes au maximum pour corriger tout épisode d'hypoglycémie légère.
 - En cas d'hypoglycémie, du dextrose doit être administré (voir la recommandation générale ci-dessus).
 - Ne pas administrer de bolus d'insuline à action rapide, sauf si cela est nécessaire pour corriger une hyperglycémie et/ou une cétonémie significative comme ci-dessus.
 - Songer à commencer les liquides IV : les personnes dont la glycémie est au-dessus de la plage cible peuvent avoir besoin au départ de liquides IV sans dextrose. Une approche fondée sur le titrage de l'insuline au débit basal peut être plus physiologique.^{44,45} Sinon, la perfusion IV d'insuline peut être démarrée comme décrit ci-dessus, à la place de la PSCI (veiller à l'interrompre ou à la retirer).
 - Malgré l'existence de systèmes avancés d'administration automatisée d'insuline (DAI), il n'existe aucune preuve de l'utilisation péri-opératoire de ces systèmes et il est préférable de passer en mode manuel ou en insuline IV et de suspendre la DAI pendant l'intervention.

11. SOINS PEROPÉRATOIRES

- Le stress chirurgical peut provoquer une hyperglycémie et une augmentation des besoins insuliniques. Des mesures régulières de la glycémie au moins toutes les heures, et plus fréquemment en cas d'hyper ou d'hypoglycémie (comme décrit ci-après), sont recommandées. Si nécessaire, commencer la perfusion de dextrose ou augmenter la concentration de dextrose des liquides IV de 5 à 10 % pour prévenir l'hypoglycémie, ou si une perfusion d'insuline est initiée.
- L'insuline à action rapide sous-cutanée peut être utilisée pour une chirurgie mineure visant à maintenir la glycémie dans la plage de 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/dl). Elle ne doit pas être administrée à une fréquence inférieure à deux heures pour éviter une « accumulation » et une hypoglycémie ultérieure.
- En cas de chirurgie majeure ou d'hyperglycémie non contrôlée lors d'interventions mineures, la perfusion IV d'insuline doit être titrée de manière à maintenir la glycémie entre 5 et 10 mmol/l (90-180 mg/dl) (cf. annexe 1).
- Si la glycémie dépasse 14 mmol/l (250 mg/dl), la cétonurie ou la cétonémie doit également être mesurée.
- En cas de chute aiguë inattendue de la pression artérielle, privilégier le chlorure de sodium à 0,9 % comme liquide IV et éviter les liquides contenant du potassium.

12. SOINS POST-OPÉRATOIRES

Après l'intervention, en fonction de l'état du patient pédiatrique, la prise orale peut reprendre ou la perfusion IV de dextrose se poursuivre jusqu'à ce que la prise alimentaire soit tolérée. De même, en fonction des conditions cliniques, la perfusion IV d'insuline doit être poursuivie ou de l'insuline à action courte ou rapide (sur la base du rapport insuline-glucides et du facteur de correction habituels) administrée, si nécessaire, pour réduire l'hyperglycémie ou pour correspondre à la prise alimentaire. Les besoins en insuline peuvent varier en raison d'une prise orale retardée, de nausées, de stress postopératoire, de médicaments supplémentaires, de douleurs et d'inactivité. Pour le premier repas après l'intervention, il est préférable de donner de l'insuline après la prise orale pour s'assurer que les aliments sont bien tolérés sans nausées ni vomissements.

Le schéma thérapeutique habituel peut être repris une fois que le jeune patient est en mesure de s'alimenter par voie orale.

13. CIRCONSTANCES SPÉCIALES

Intervention en urgence

La plupart des interventions chirurgicales sont électives, mais les chirurgies mineures et majeures peuvent survenir en urgence. Il est important de se rappeler qu'une ACD peut se présenter sous la forme d'un « abdomen aigu » et, inversement, une maladie aiguë peut précipiter l'ACD.

Avant toute intervention en urgence chez les enfants et

adolescents diabétiques, il est recommandé de systématiquement vérifier la glycémie, la cétonémie (le cas échéant) ou la cétonurie, l'ionogramme sanguin et les gaz du sang si les cétones ou la glycémie sont élevées.

En cas d'ACD, le protocole de l'ISPAD (cf. chapitre 13 des recommandations de consensus 2022 de l'ISPAD sur l'acidocétose diabétique et l'état hyperglycémique hyperosmolaire) doit être respecté et, si possible, l'intervention retardée jusqu'à ce que le volume circulant et les déficits électrolytiques soient corrigés et idéalement jusqu'à ce que l'acidose soit résolue. En l'absence d'ACD, commencer l'administration IV de liquides et gérer l'insuline comme pour une chirurgie élective.

Diabète de type 2 sous traitement médicamenteux oral seul

Pour les jeunes patients atteints de DT2 traités par insuline, il est possible de suivre les mêmes recommandations insuliniques que pour une chirurgie élective, en fonction du type de schéma insulinique. Pour ceux qui prennent des médicaments par voie orale, l'approche peut varier selon le médicament spécifique prescrit.

Metformine : le moment de l'arrêt dépendra de la durée prévue de l'intervention. La prise de metformine a été associée à une acidose lactique, le risque augmentant en présence d'une insuffisance rénale. Comme l'acidose lactique est un événement à la fois rare et potentiellement mortel, les données disponibles sont limitées pour éclairer les recommandations de prise en charge péri-opératoire, et la metformine peut être utile dans l'état hyperglycémique post-opératoire.^{46,47} Par conséquent, pour les chirurgies majeures et mineures, la metformine doit être interrompue le jour de l'intervention. Pour une chirurgie majeure, elle doit être suspendue pendant 24 heures post-intervention et jusqu'à ce que la fonction rénale normale ait été confirmée. Pour la chirurgie mineure, elle peut être redémarrée une fois la prise orale tolérée.

Agoniste du GLP-1 : suspendre le matin de l'intervention.

Tous les autres médicaments hypoglycémisants doivent être suspendus le matin de l'intervention chirurgicale.

Pour les jeunes diabétiques de type 2 subissant une chirurgie majeure supposée durer au moins deux heures, instaurer une perfusion IV d'insuline comme décrit ci-dessus. Pour les chirurgies mineures, il est conseillé de surveiller la glycémie toutes les heures et, si elle est supérieure à 14 mmol (250 mg/dl), envisager un traitement par insuline à action rapide sous-cutanée (0,1 unité/kg jusqu'à 10 unités) à une fréquence qui ne doit pas être inférieure à trois heures.

Jeunes diabétiques subissant une chirurgie bariatrique

Les personnes atteintes de DT2 subissant une chirurgie bariatrique peuvent présenter une amélioration significative de l'insulinorésistance et une diminution des besoins en insuline peu de temps après l'intervention, avant même la perte de poids. Par conséquent, chez ces personnes, il est conseillé de surveiller étroitement la glycémie post-intervention et d'ajuster rapidement les doses d'insuline. Fait intéressant : chez l'adulte, la plupart des rémissions surviennent presque immédiatement après l'opération en raison d'une augmentation spectaculaire des concentrations postprandiales de l'incrétine endogène, GLP-1, principalement après le pontage gastrique de Roux-en-Y.⁴⁸ Ces personnes suivent souvent un régime liquide clair durant plusieurs jours après l'intervention et la

dose d'insuline basale peut donc devoir être réduite à au moins 50 % de la dose pré-opératoire. Il est également suggéré de réduire la dose d'insuline à courte durée d'action après l'opération, en commençant par la moitié seulement de la dose pré-opératoire recommandée si la glycémie est élevée. Les médicaments à libération prolongée (metformine XR entre autres) doivent être remplacés par des préparations à libération immédiate après une chirurgie bariatrique.

Diabète lié à la mucoviscidose (CFRD) sous insuline

Les enfants et adolescents ayant un CFRD et sous insuline doivent bénéficier de la même prise en charge péri-opératoire que ceux ayant un DT1, y compris une surveillance du glucose régulière et un schéma insulinique personnalisé. Même si l'ACD est peu fréquente dans le CFRD, des analyses de cétonémie ou cétonurie sont suggérées si la glycémie est supérieure à 14 mmol/l (250 mg/dl).

14. CONCLUSION

Pour la population pédiatrique, la chirurgie ou l'anesthésie générale doit être pratiquée dans des centres dotés du personnel et des installations appropriés afin de fournir des soins pré-opératoires, peropératoires et postopératoires de la plus haute qualité. Afin de garantir une sécurité optimale, un contact étroit est crucial entre les équipes de chirurgie, d'anesthésiologie et de diabétologie avant une chirurgie élective et dès que possible après l'admission pour une chirurgie en urgence. Les centres qui effectuent des interventions chirurgicales chez les jeunes diabétiques doivent disposer de protocoles écrits de prise en charge du diabète postopératoire dans les services où les enfants sont admis.

Références:

1. Jefferies C, Rhodes E, Rachmiel M, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Management of children and adolescents with diabetes requiring surgery. *Pediatr Diabetes*. Oct 2018;19 Suppl 27:227-236. doi:10.1111/pedi.12733
2. Craig MET, S.; Donaghue, K.C.; Cheung, N.W.; Cameron, F.J.; Conn, J.; Jenkins, A.J.; Silink, M.; for the Australian Type 1 Diabetes Guidelines Expert Advisory Group. . <https://diabetessociety.com.au/documents/Type1guidelines14Nov2011.pdf>.
3. Malcolm J, Halperin I, Miller DB, et al. In-Hospital Management of Diabetes. *Can J Diabetes*. Apr 2018;42 Suppl 1:S115-s123. doi:10.1016/j.jcjd.2017.10.014
4. Agwu JCN, Ng S.M.; Edge, J.A.; Drew, J.H.; Moudiottis, C.; Wright, N.P.; Kershaw, M.; Trevelyan, N.; Goonetilleke, R. Care of children under 18 years with Diabetes Mellitus undergoing Surgery. <http://www.a-c-d-c.org/wp-content/uploads/2012/08/Care-of-children-under-18-years-with-Diabetes-Mellitus-undergoing-Surgery-1.pdf>.
5. Martin LD, Hoagland MA, Rhodes ET, et al. Perioperative Management of Pediatric Patients With Type 1 Diabetes Mellitus, Updated Recommendations for Anesthesiologists. *Anesth Analg*. Apr 2020;130(4):821-827. doi:10.1213/ANE.0000000000004491
6. Jarvela KM, Khan NK, Loisa EL, Sutinen JA, Laurikka JO, Khan JA. Hyperglycemic Episodes Are Associated With Postoperative Infections After Cardiac Surgery. *Scand J Surg*. Jun 2018;107(2):138-144. doi:10.1177/1457496917731190
7. Dronge AS, Perkal MF, Kancir S, Concato J, Aslan M, Rosenthal RA. Long-term glycemic control and postoperative infectious complications. *Arch Surg*. Apr 2006;141(4):375-80; discussion 380. doi:10.1001/archsurg.141.4.375
8. Cruse PJ, Foord R. A five-year prospective study of 23,649 surgical wounds. *Arch Surg*. Aug 1973;107(2):206-10. doi:10.1001/archsurg.1973.01350200078018
9. Guvener M, Pasaoglu I, Demircin M, Oc M. Perioperative hyperglycemia is a strong correlate of postoperative infection in type II diabetic patients after coronary artery bypass grafting. *Endocr J*. Oct 2002;49(5):531-7. doi:10.1507/endocrj.49.531
10. Farahani F, Ahn J, Nakonezny PA, Wukich DK, Wimberly RL, Riccio AI. Postoperative Outcomes in Diabetic Pediatric Orthopaedic Surgery Patients: A National Database Study. *J Pediatr Orthop*. Sep 1 2021;41(8):e664-e670. doi:10.1097/BPO.0000000000001879
11. Kaufman FR, Devgan S, Roe TF, Costin G. Perioperative management with prolonged intravenous insulin infusion versus subcutaneous insulin in children with type I diabetes mellitus. *J Diabetes Complications*. Jan-Feb 1996;10(1):6-11. doi:10.1016/1056-8727(94)00044-1
12. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *The New England journal of medicine*. Nov 8 2001;345(19):1359-67. doi:10.1056/NEJMoa011300
13. Finfer S, Chittock D, Li Y, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients with traumatic brain injury: long-term follow-up of a subgroup of patients from the NICE-SUGAR study. *Intensive Care Med*. Jun 2015;41(6):1037-47. doi:10.1007/s00134-015-3757-6
14. Intensive versus Conventional Glucose Control in Critically Ill Patients. *New England Journal of Medicine*. 2009;360(13):1283-1297. doi:10.1056/NEJMoa0810625
15. Kao LS, Meeks D, Moyer VA, Lally KP. Peri-operative glycaemic control regimens for preventing surgical site infections in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. Jul 8 2009;(3):CD006806. doi:10.1002/14651858.CD006806.pub2
16. Doenst T, Wijesundera D, Karkouti K, et al. Hyperglycemia during cardiopulmonary bypass is an independent risk factor for mortality in patients undergoing cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. Oct 2005;130(4):1144. doi:10.1016/j.jtcvs.2005.05.049
17. Ata A, Valerian BT, Lee EC, Bestle SL, Elmendorf SL, Stain SC. The effect of diabetes mellitus on surgical site infections after colorectal and noncolorectal general surgical operations. *Am Surg*. Jul 2010;76(7):697-702.
18. Zerr KJ, Furnary AP, Grunkemeier GL, Bookin S, Kanhere V, Starr A. Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations. *Ann Thorac Surg*. Feb 1997;63(2):356-61. doi:10.1016/s0003-4975(96)01044-2
19. Buchleitner AM, Martinez-Alonso M, Hernandez M, Sola I, Mauricio D. Perioperative glycaemic control for diabetic patients undergoing surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. Sep 12 2012;(9):CD007315. doi:10.1002/14651858.CD007315.pub2
20. Krinsley JS, Schultz MJ, Spronk PE, et al. Mild hypoglycemia is independently associated with increased mortality in the critically ill. *Crit Care*. Jul 25 2011;15(4):R173. doi:10.1186/cc10322
21. Adler GK, Bonyhay I, Failing H, Waring E, Dotson S, Freeman R. Antecedent hypoglycemia impairs autonomic cardiovascular function: implications for rigorous glycemic control. *Diabetes*. Feb 2009;58(2):360-6. doi:10.2337/db08-1153
22. Martin-Timon I, Del Canizo-Gomez FJ. Mechanisms of hypoglycemia unawareness and implications in diabetic patients. *World J Diabetes*. Jul 10 2015;6(7):912-26. doi:10.4239/wjcd.v6.i7.912
23. Faustino EV, Apkon M. Persistent hyperglycemia in critically ill children. *J Pediatr*. Jan 2005;146(1):30-4. doi:10.1016/j.jpeds.2004.08.076
24. Faustino EV, Bogue CW. Relationship between hypoglycemia and mortality in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med*. Nov 2010;11(6):690-8. doi:10.1097/PCC.0b013e3181e8f502
25. Kong MY, Alten J, Tofil N. Is hyperglycemia really harmful? A critical appraisal of "Persistent hyperglycemia in critically ill children" by Faustino and Apkon (J Pediatr 2005; 146:30-34). *Pediatr Crit Care Med*. Sep 2007;8(5):482-5. doi:10.1097/01.PCC.0000282778.86088.9D
26. Hirshberg E, Larsen G, Van Duker H. Alterations in glucose homeostasis in the pediatric intensive care unit: Hyperglycemia and glucose variability are associated with increased mortality and morbidity. *Pediatr Crit Care Med*. Jul 2008;9(4):361-6. doi:10.1097/PCC.0b013e318172d401
27. Agus MS. Tight glycemic control in children--is the target in sight? *The New England journal of medicine*. Jan 9 2014;370(2):168-9. doi:10.1056/NEJMe1313770
28. Agus MS, Asaro LA, Steil GM, et al. Tight glycemic control after pediatric cardiac surgery in high-risk patient populations: a secondary analysis of the safe pediatric euglycemia after cardiac surgery trial. *Circulation*. Jun 3 2014;129(22):2297-304. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008124
29. Srinivasan V, Agus MS. Tight glucose control in critically ill children--a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Diabetes*. Mar 2014;15(2):75-83. doi:10.1111/pedi.12134
30. Jeschke MG, Kraft R, Emdad F, Kulp GA, Williams FN, Herndon DN. Glucose control in severely thermally injured pediatric patients: what glucose range should be the target? *Ann Surg*. Sep 2010;252(3):521-7; discussion 527-8. doi:10.1097/SLA.0b013e3181f2774c
31. Macrae D, Grieve R, Allen E, et al. A randomized trial of hyperglycemic control in pediatric intensive care. *The New England journal of medicine*. Jan 9 2014;370(2):107-18. doi:10.1056/NEJMoa1302564
32. Vlasselaers D, Milants I, Desmet L, et al. Intensive insulin therapy for patients in paediatric intensive care: a prospective, randomised controlled study. *Lancet*. Feb 14 2009;373(9663):547-56. doi:10.1016/S0140-6736(09)60044-1
33. Ling Y, Li X, Gao X. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Intern Med*. Sep 2012;23(6):564-74. doi:10.1016/j.ejim.2012.02.013
34. Agus MS, Wypij D, Hirshberg EL, et al. Tight Glycemic Control in Critically Ill Children. *The New England journal of medicine*. Feb 23 2017;376(8):729-741. doi:10.1056/NEJMoa1612348
35. Draznin B, Aroda VR, Bakris G, et al. 16. Diabetes Care in the Hospital: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care*. Jan 1 2022;45(Suppl 1):S244-s253. doi:10.2337/dc22-S016
36. Piper HG, Alexander JL, Shukla A, et al. Real-time continuous glucose monitoring in pediatric patients during and after cardiac surgery. *Pediatrics*. Sep 2006;118(3):1176-84. doi:10.1542/peds.2006-0347
37. Tripyla A, Herzig D, Joachim D, et al. Performance of a factory-calibrated, real-time continuous glucose monitoring system during elective abdominal surgery. *Diabetes Obes Metab*. Sep 2020;22(9):1678-1682. doi:10.1111/dom.14073
38. Olafsdottir AF, Attvall S, Sandgren U, et al. A Clinical Trial of the Accuracy and Treatment Experience of the Flash Glucose Monitor FreeStyle Libre in Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. Mar 2017;19(3):164-172. doi:10.1089/dia.2016.0392
39. Ancona P, Eastwood GM, Lucchetta L, Ekinci EI, Bellomo R, Martensson J. The performance of flash glucose monitoring in critically ill patients with diabetes. *Crit Care Resusc*. Jun 2017;19(2):167-174.

40. Maahs DM, DeSalvo D, Pyle L, et al. Effect of acetaminophen on CGM glucose in an outpatient setting. *Diabetes Care*. Oct 2015;38(10):e158-9. doi:10.2337/dc15-1096
41. Basu A, Slama MQ, Nicholson WT, et al. Continuous Glucose Monitor Interference With Commonly Prescribed Medications: A Pilot Study. *J Diabetes Sci Technol*. Sep 2017;11(5):936-941. doi:10.1177/1932296817697329
42. Tellez SE, Hornung LN, Courter JD, et al. Inaccurate Glucose Sensor Values After Hydroxyurea Administration. *Diabetes Technol Ther*. Jun 2021;23(6):443-451. doi:10.1089/dia.2020.0490
43. Demma LJ, Carlson KT, Duggan EW, Morrow JG, 3rd, Umpierrez G. Effect of basal insulin dosage on blood glucose concentration in ambulatory surgery patients with type 2 diabetes. *J Clin Anesth*. Feb 2017;36:184-188. doi:10.1016/j.jclinane.2016.10.003
44. Mucha GT, Merkel S, Thomas W, Bantle JP. Fasting and insulin glargine in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. May 2004;27(5):1209-10.
45. Al-Khawari M, Al-Ruwayeh A, Al-Doub K, Allgrove J. Adolescents on basal-bolus insulin can fast during Ramadan. *Pediatr Diabetes*. Mar 2010;11(2):96-100. doi:10.1111/j.1399-5448.2009.00544.x
46. Baradari AG, Emami Zeydi A, Aarabi M, Ghafari R. Metformin as an adjunct to insulin for glycemic control in patients with type 2 diabetes after CABG surgery: a randomized double blind clinical trial. *Pak J Biol Sci*. Dec 1 2011;14(23):1047-54. doi:10.3923/pjbs.2011.1047.1054
47. Baradari AG, Habibi MR, Khezri HD, et al. Does high-dose metformin cause lactic acidosis in type 2 diabetic patients after CABG surgery? A double blind randomized clinical trial. *Heart Int*. 2011;6(1):e8. doi:10.4081/hi.2011.e8
48. Chumakova-Orin M, Vanetta C, Moris DP, Guerron AD. Diabetes remission after bariatric surgery. *World J Diabetes*. Jul 15 2021;12(7):1093-1101. doi:10.4239/wjcd.v12.i7.1093

ANNEXE 1. GUIDE DE PERFUSION DES LIQUIDES IV POUR LES INTERVENTIONS CHIRURGICALES

1.1 Guide relatif aux liquides d'entretien

1.1.1 Chlorure de sodium à 0,9 % avec dextrose à 5 %

- Chirurgie majeure et toute intervention lorsque de l'insuline basale a été administrée
- Si la glycémie est élevée (> 14 mmol/l, 250 mg/dl), utiliser du chlorure de sodium à 0,9 % sans dextrose et augmenter l'insuline IV ; envisager d'ajouter du dextrose à 5 % lorsque la glycémie est < 14 mmol/l (250 mg/dl).
- Utiliser le débit d'entretien (selon les indications ci-après).

1.1.2 Sodium

Il est prouvé que le risque d'hyponatrémie aiguë est susceptible d'augmenter lorsque des solutions d'entretien hypotoniques (c.-à-d. chlorure de sodium à 0,45 %) sont utilisées chez les enfants hospitalisés. Par conséquent, du chlorure de sodium à 0,9 % doit être utilisé.

1.1.3 Potassium

La surveillance péri-opératoire des électrolytes est recommandée chez les jeunes diabétiques dont le taux de glucose est instable. Les taux de potassium peuvent augmenter et l'utilisation de liquides IV contenant du potassium doit être évitée en peropératoire afin d'éviter un risque possible d'administration excessive de potassium en cas de réanimation liquidienne en urgence. Ceux qui subissent des chirurgies plus longues ou en urgence (au cours desquelles la décompensation métabolique est plus probable) nécessitent une évaluation peropératoire des électrolytes et un ajustement approprié de la composition électrolytique de leur solution IV.

1.1.4 Exemple de calcul des besoins d'entretien

	Poids corporel	Liquide requis/24 h
Pour chaque kg entre	3 et 9 kg	100 ml/kg/24 h (Pour un enfant de 5 kg : ~20 ml/h)
Pour chaque kg entre	10 et 20 kg	Ajouter 50 ml supplémentaires par kg et 24 h (Pour un enfant de 10 kg : ~40 ml/h)
Pour chaque kg au-delà de	20 kg	Ajouter 20 ml supplémentaires par kg et 24 h

(Maximum de 2 000 ml/24 h pour les filles, 2 500 ml/24 h pour les garçons)

1.2 Solution saline à base de dextrose

Le pourcentage est un pourcentage en masse, donc une solution de glucose/dextrose à 5 % contient 50 g/l de glucose/dextrose ou 5 g/100 ml. Une (1) unité d'insuline élimine généralement 5 à 10 g de dextrose

par heure ; du dextrose à 5 % à un débit de 40 ml/heure fournit 2 g de dextrose par heure, ce qui nécessite 0,1 à 2 unités d'insuline par heure (ou comme ci-dessous pour la perfusion d'insuline 0,025 U/kg/heure d'insuline).5

ANNEXE 2. PERFUSION D'INSULINE

- Ajouter 50 unités d'insuline soluble (ordinaire) à 50 ml de chlorure de sodium à 0,9 %, soit une solution de 1 unité d'insuline/ml ; fixer au pousse-seringue et apposer une étiquette clairement libellée.
- Commencer la perfusion comme suit dès lors que la glycémie est > 4 mmol/l (70 mg/dl) :
 - 0,025 ml/kg/h (c.-à-d. 0,025 unité/kg/h) si la glycémie est < 6-7,9 mmol/l (110-143 mg/dl)
 - 0,05 ml/kg/h (soit 0,05 unité/kg/h) si la glycémie est comprise entre 8 et 11,9 mmol/l (144 et 215 mg/l)
 - 0,075 ml/kg/h (soit 0,075 unité/kg/h) si la glycémie est comprise entre 12 et 14,9 mmol/l (216 et 269 mg/dl)
 - 0,1 ml/kg/h (soit 0,1 unité/kg/h) si la glycémie est ≥ 15 mmol/l (270 mg/dl)
- Titrer la perfusion à 0,01-0,03 unité/kg/h pour atteindre une plage glycémique cible de 5 à 10 mmol/l (90 à 180 mg/dl).
- La glycémie doit être mesurée au moins une fois par heure lorsque la personne est sous insuline IV. Passer à toutes les 30 minutes après un changement de traitement ou à toutes les 15 minutes pour une glycémie inférieure à 5 mmol/l (80 mg/dl).
- Ne pas arrêter la perfusion d'insuline si la glycémie se situe entre 5 et 6 mmol/l (90 mg/l), car cela provoquerait une hyperglycémie de rebond. Réduire le débit de perfusion de 50 %.
- La perfusion d'insuline peut être arrêtée temporairement si la glycémie est inférieure à 4 mmol/l (70 mg/l) mais cela ne doit pas dépasser 15 minutes.