

Diabète

des enfants et des adolescents

Les diabètes sucrés

Définitions

Les diabètes sucrés sont des troubles d'origines diverses, caractérisés par une hyperglycémie (excès dans le sang du sucre appelé glucose) chronique due à une anomalie de la sécrétion d'insuline et/ou de son action. Ils sont définis par une glycémie supérieure à 126 mg/dl à jeun, et à 200 mg/dl à n'importe quel moment de la journée ou 2 heures après avoir ingéré 1,75 g de glucose par kg de poids (maximum : 75 g). On évoque une « intolérance glucidique » si la glycémie à jeun est > 100 mg/dl et < 126 mg/dl, et si la glycémie mesurée 2 h après une surcharge glucidique est comprise entre 140 et 200 mg/dl.

Diabète de type 1

Dans près de 95% des cas, le diabète qui apparaît chez les enfants et les ado-

lescents résulte d'une maladie auto-immune chronique plus ou moins brutale. Certains facteurs de l'environnement (virus : rubéole congénitale, entérovirus ?; facteurs nutritionnels : nitrates, nitrites, nitrosamines ?, certaines protéines du lait de vache ?, gluten ?, carence en vitamine D ?) déclencheraient le processus de préférence chez des personnes ayant une prédisposition génétique. C'est le diabète de type 1 (DT1), encore appelé insulino-dépendant, maigre ou



juvénile. En Belgique, l'incidence annuelle du DT1 est de 13,1 nouveaux cas pour 100 000 habitants dans la tranche d'âge 0-14 ans, contre 9,0 dans la tranche d'âge 15-39 ans. Avant l'âge de 1 an, le DT1 est rarissime. Le pic majeur d'incidence se produit à la puberté, mais on observe une augmentation continue de l'incidence en dessous de l'âge de 10 ans, surtout chez les garçons.

Pour confirmer le diagnostic de DT1, on peut faire rechercher des marqueurs génétiques et immunologiques par le Registre Belge du Diabète (RBD) qui mesure le risque de

développer un DT1 chez les apparentés au premier degré (Revue ABD 36 (2) : 10 – 16, 1993). En Belgique, on comptabilise environ 2 600 enfants et adolescents diabétiques de type 1 de moins de 18 ans.

Chez les enfants, le DT1 se manifeste cliniquement de façon assez rapide et stéréotypée, avec 4 symptômes-clés : polyurie = on urine beaucoup (nycturie = on urine la nuit), polydipsie (= on boit beaucoup), amaigrissement, fatigue. D'après les données du RBD, la durée moyenne de ces symptômes avant le diagnostic est de 3 semaines chez les sujets de moins de 15 ans, contre 8 semaines entre 15 et 40 ans. Il existe une plus grande « agressivité » du diabète chez les sujets plus jeunes. Le diagnostic peut être posé instantanément à l'aide de 2 bandelettes pour la mesure du glucose dans le sang et les urines. Le traitement insulinique et l'éducation à l'autogestion du diabète par la famille doivent commencer le plus vite possible dans un centre de diabéto-



logie pédiatrique (différent des centres de diabéto-logie pour adultes) agréé par l'Institut National d'Assurance Maladie-Invalidité (INAMI). En 2010, il en existe 13 pour tout le pays dont 5 en Francophonie (voir plus loin).

Diabète de type 2

Le diabète de type 2 (DT2) ne peut plus être considéré comme une maladie affectant uniquement les adultes. Actuellement, dans certaines régions des Etats-Unis d'Amérique, l'incidence du DT2 dépasse celle du DT1, à cause de l'obésité secondaire à la "malbouffe" (« soft drinks », « fast foods », « pop-corns », « chips », etc.) et à la diminution de l'activité physique (automobile, télévision, ordinateur, jeux électroniques, etc.). Ce qui se passe aux USA touche l'Europe avec quelques années de retard. Les autres facteurs de risque à l'âge pédiatrique, en dehors de l'obésité, sont l'ethnicité, des antécédents de DT2, la puberté, le sexe féminin, l'acanthosis nigricans, les

ovaires micropolykystiques, le syndrome métabolique. Celui-ci est caractérisé, chez l'enfant de 10 – 16 ans, par une glycémie à jeun > 100 mg/dl, une hypertriglycéridémie à jeun > 150mg/dl, une diminution du HDL-cholestérol < 40mg/dl, une hypertension artérielle > percentile (P) 95 pour l'âge, le sexe et la taille, un tour de taille > P90 pour l'âge et le sexe. Avant 10 ans, il n'existe pas de critères pour définir le syndrome métabolique et après 16 ans les critères pour adultes sont applicables.

Le lien commun entre ces facteurs de risque est l'insulinorésistance qui joue un rôle primordial dans l'intolérance glucidique précédant le DT2 qui peut évoluer de façon sournoise pendant des années, à l'inverse du DT1. La résistance à l'action de l'insuline au niveau hépatique et périphérique (muscles, tissu adipeux) est caractérisée par une sécrétion accrue d'insuline pour essayer de normaliser la glycémie. L'insulinorésistance est maximale à la puberté. Il faut la dépister

chez les jeunes avec un surpoids ou obèses : indice de masse corporelle > P85 ou P95 pour l'âge ou poids > 120% ou 140% du poids théorique idéal (Revue ABD 51 (1) : 24-27, 2008).

Un diagnostic différentiel doit parfois être fait entre le DT2 et les diabètes monogéniques (MODY : Maturity Onset Diabetes of the Young, à transmission autosomique dominante, dont on a identifié jusqu'à présent 8 types). En 2010, les cas de DT2 et de MODY ne représentent, chacun, que moins de 2% d'une importante population de diabétologie pédiatrique belge.

Le traitement comprend un régime amaigrissant et une augmentation de l'activité physique, mais aussi des médicaments qui visent à diminuer la résistance à l'action de l'insuline (la metformine est la seule molécule autorisée en pédiatrie pour lutter contre l'insulinorésistance ; elle diminue la production hépatique de glucose et augmente la sensibilité musculaire à l'insuline ; elle ne provoque pas d'hypoglycémies), à normaliser la

glycémie et l'HbA1c, et à contrôler l'hypertension et la dyslipidémie. Le DT2 nécessite parfois un traitement insulinique éventuellement transitoire.

Formes rares de diabète sucré chez l'enfant

Les autres formes rares de diabète sucré chez les enfants sont secondaires à des maladies génétiques (MODY, diabète mitochondrial, lepréchaunisme, lipo-atrophie, insulino-résistance avec acanthosis nigricans de type A, etc.) ; syndromiques (syndromes de Down, Klinefelter, Turner, Wolfram, Friedreich, Laurence-Moon-Biedl, Prader-Willi, Rabson-Mendenhall, etc.) ; pancréatiques (agénésie pancréatique, mucoviscidose, thalassémie, malnutrition, etc.) ; endocriniennes (acromégalie, maladie de Cushing, glucagonome, phéochromocytome, hyperthyroïdie, etc.) ; infectieuses (rubéole congénitale, cytomégalovirus, etc.) ; iatrogènes (corticoïdes, asparaginase, pentamidine, hormones thyroïdiennes, etc.).

Traitement du diabète de type 1

But : maintien d'une hémoglobine glyquée inférieure à 7%

Les buts principaux du traitement du diabète de l'enfant, de l'adolescent ou de l'adulte diabétique insulino-dépendant sont de permettre la meilleure qualité de vie possible, sans hypoglycémies sévères à court terme et sans complications à moyen et long termes (rétinopathie = atteinte des yeux ; neuropathie = atteinte des nerfs, néphropathie = atteinte des reins, etc.), en maintenant des glycémies proches des valeurs normales. Or, toutes les complications microangiopathiques du diabète résultent d'un excès de glucose dans le sang pendant des années et sont donc évitables : elles ne sont pas inévitables. Le bon traitement du diabète donne de bonnes glycémies et le meilleur bien-être (Revue ABD 37 (1) : 22-26, 1994 ; 38 (5) : 25-30, 1995 ; 44 (5) : 7-15, 2001 ; 45 (5) : 24-33, 2002 ; 47 (3) : 7-9, 2004 ; 48 (4) :

11-14, 2005). Un mauvais traitement peut être dû à l'impossibilité de le payer, ce qui n'est pas le cas en Belgique grâce à la sécurité sociale et aux conventions de diabétologie pour enfants ou pour adultes entre des centres de diabétologie et l'Institut National d'Assurance Maladie-Invalidité (INAMI) et aux allocations familiales majorées, si bien que presque tout est gratuit (Revue ABD 35 (5) : 19-23, 1992 ; 43 (3) : 28-31, 2000 ; 44 (2) : 12-16, 2001 ; 46 (2) : 7-10, 2003 ; 50 (6) : 9-13, 2007). Il peut résulter de conseils inadéquats si le traitement n'est pas assuré par le personnel compétent ou encore de la non-observation de bons conseils...



Les mesures répétées (tous les 2 ou 3 mois) de l'hémoglobine glyquée (HbA1c) reflètent la moyenne des glycémies sur de longues périodes, sans hiatus. Toutes les valeurs doivent être inférieures à 7% si la limite supérieure normale avoisine 6%, soit inférieures à 120% par rapport à la limite normale supérieure si on attribue à cette dernière 100%. En effet, la limite supérieure normale peut varier quelque peu d'après la méthode de dosage utilisée, étant le plus souvent comprise entre 5,5 et 6,5 %. Le nombre quotidien d'injections d'insuline (2 ou \geq 4) en soi, voire l'usage d'une pompe à insuline, n'est pas garant d'une meilleure HbA1c, mais un système d'insulinothérapie en \geq 4 injections (système basal-prandial : une insuline de base et des injections à chaque repas) offre plus de libertés ; en contrepartie, il est plus compliqué à maîtriser surtout avant l'adolescence.

Le succès du contrôle glycémique chez les jeunes diabétiques dépend sur-

tout de la qualité et de l'intensité de l'éducation à l'autogestion du diabète. Tout dogmatisme, trop fréquent en diabétologie depuis des décennies, doit être évité.

L'adaptation des doses d'insuline se fait principalement d'après des mesures pluriquotidiennes de la glycémie et il est indispensable d'éviter nombre d'erreurs possibles (Revue ABD 46 (4) : 7 – 10, 2003). La recherche du sucre dans l'urine peut avoir un intérêt complémentaire (Revue ABD 47 (1) : 31-34, 2004).

Il faut tenir compte des circonstances particulières comme les vacances (Revue ABD 40 (2) : 24 – 27, 1997) ou le Ramadan chez les Musulmans (Revue ABD 39 (6) : 7-8, 1996 ; 50 (4) : 25-27, 2007), les maladies, les interventions chirurgicales, etc.

Deux injections d'un mélange individualisé d'insulines par jour

Jusqu'à l'adolescence, et même jusqu'à la fin de l'enseignement secondaire,

tant que la vie est régulière, il est possible d'obtenir un «bon» contrôle des glycémies avec 2 injections par jour d'un mélange individualisé d'insulines humaines à action rapide (Actrapid®, Regular®, Insuman Rapid® : début d'action, 1/2 h après l'injection ; pic, 2 h ; fin, 6 à 8 h) et à action retardée (Insulatard®, Humuline NPH®, Insuman Basal® : début d'action, 1 à 2 h ; pic étalé, 4 à 14 h ; fin, 24 h), 1/2h avant le petit-déjeuner et le repas du soir, ce qui libère, dans le sang, des pics d'insuline au moment des 2 repas principaux (**Fig 1**). Les mélanges standard d'insulines ("tout faits" avec une insuline humaine



à action rapide ou un analogue ultrarapide et une insuline humaine à action retardée ou un analogue retardé), en cartouches pour stylo-injecteurs jetables ou non, n'ont pas d'intérêt dans le système à 2 injections par jour, sauf si la déficience de compréhension de l'enfant et/ou des parents empêche l'autogestion (par exemple un enfant avec une trisomie 21 et des parents illettrés). En effet, les mélanges individualisés dans une seringue, par les patients eux-mêmes, répondent mieux aux besoins fluctuants et spécifiques de chacun, grâce à une adaptation séparée des 2 insulines du mélange, ce qui permet une meilleure HbA1c. Pour éviter la 1/2h d'attente entre l'injection et le repas, on peut essayer de remplacer l'insuline humaine à action rapide par un analogue ultrarapide (action 2 fois plus rapide, mais 2 fois moins longue ; NovoRapid®, Humalog®, Apidra® : début d'action, 1/4 h ; pic, 1 h ; fin, 3 à 4 h), tout en sachant que sa durée d'action est aussi plus

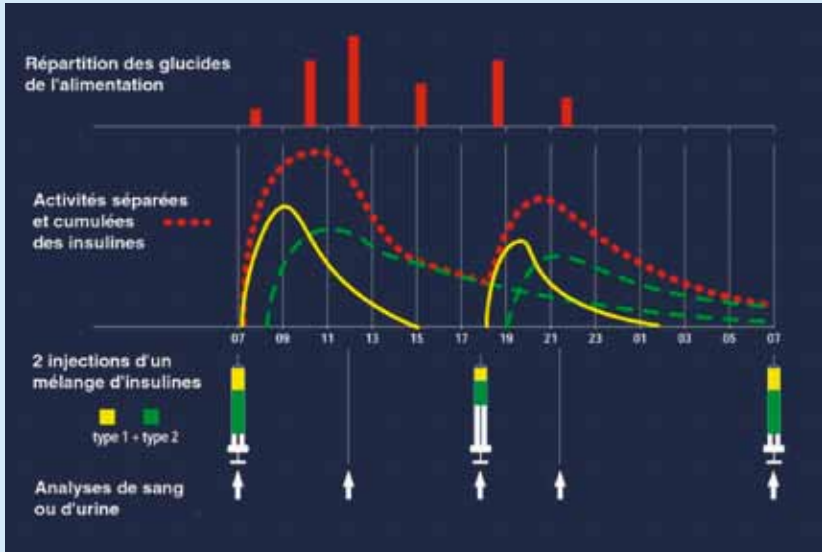


Figure 1

Répartition des glucides au cours d'une journée chez un enfant qui reçoit 2 injections quotidiennes d'un mélange d'insulines humaines de types 1 (Actrapid®, Regular®, Insuman Rapid®) et 2 (Insulatard®, Humuline NPH®, Insuman Basal®).

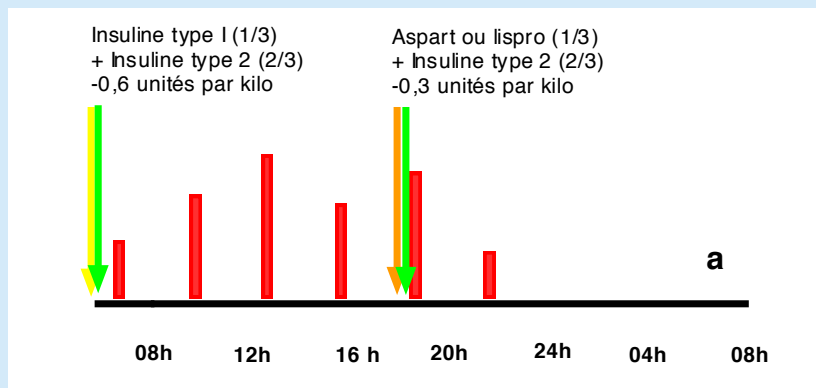
L'alimentation est répartie en 6 repas d'après le profil de l'action cumulée des insulines. La collation du milieu de la matinée doit être plus riche en glucides que le petit-déjeuner. Il faut attendre 1/2h entre les injections et le petit-déjeuner et le souper.

courte, si bien qu'on ne peut plus juger de son effet si la glycémie suivante a lieu plus de 3 ou 4 heures plus tard. C'est possible pour les enfants qui vont dormir tôt (**Fig 2a**). Ce système à 2 injections quotidiennes impose une régularité dans

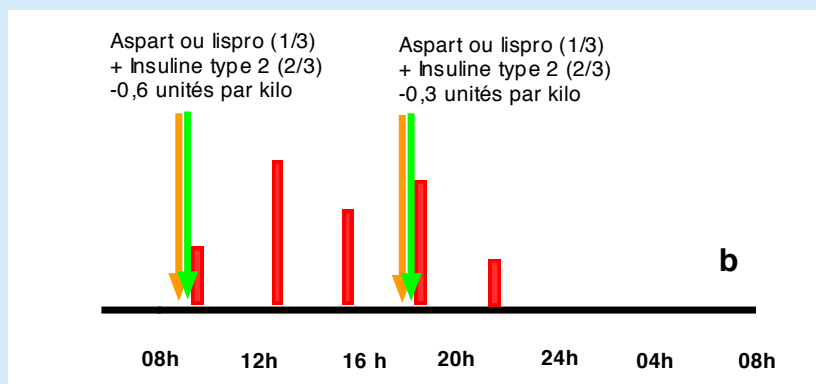
l'horaire des injections et des repas, ainsi qu'une répartition des glucides en 6 fois, 3 repas classiques et 3 «collations», correspondant au profil d'action des insulines utilisées (**Fig 1**). Elle doit décrire une courbe parallèle à la courbe cumulée

Figure 2 : Variantes dans l'insulinothérapie à 2 injections.

a. Remplacement de l'insuline de type 1 qui précède le souper par un analogue ultrarapide. Comme le coucher (et la glycémie) se fait moins de 3 à 4h après l'injection, la glycémie qui le précède informera sur l'action de l'analogue, ce qui ne serait plus le cas si l'écart dépassait 3 à 4h. Par ailleurs, l'injection peut se faire immédiatement après le souper.



b. Remplacement de l'insuline de type 1 qui précède le petit-déjeuner par un analogue ultrarapide en cas de grosse matinée, car il y aura moins de 3 à 4h entre l'injection et la glycémie qui précède le repas de midi et elle informera donc encore sur l'action de l'analogue injecté au petit déjeuner. A nouveau, il ne faut plus attendre 1/2h pour manger.



des activités des insulines dans le sang, résultant de la somme des actions individuelles de toutes les insulines injectées. Il faut insister sur la diminution des glucides au petit-déjeuner, qui correspond à une période mal couverte par l'insuline (sauf si on utilise un analogue ultrarapide), au profit de la collation du milieu de la matinée qui doit répondre au pic d'action de l'insuline humaine dite « rapide » injectée le matin, auquel s'ajoute l'effet de l'insuline humaine à action retardée. Toutefois, ces contraintes sont compatibles avec une vie scolaire habituelle : injections avant le départ pour l'école et lors du retour (éventuellement sous la surveillance parentale) ; collations pendant les récréations et au coucher (sans injections supplémentaires d'insuline, ce qui serait obligatoire dans une insulinothérapie basale-prandiale avec stylos-injecteurs ou avec une pompe). Il convient particulièrement bien aux familles belges, car le repas du soir est souvent pris as-

sez tôt, entre 18 et 19h. En revanche, en France (par exemple), il a lieu habituellement vers 20h et il est nécessaire, la plupart du temps, d'introduire un goûter substantiel vers 16h, ce qui exige parfois une injection supplémentaire d'un analogue ultrarapide juste avant, voire même juste après, ce qui est pratique chez les enfants, car après, on sait ce qu'ils ont mangé réellement.

Si on fait la grasse matinée, on peut remplacer tout ou partie de l'insuline humaine à action rapide par une insuline ultrarapide dont la dose sera déduite de la glycémie de midi des jours précédents, à petit déjeuner égal (**Fig 2b**). Ceci est impossible si l'écart entre le lever et le dîner dépasse 3-4 h soit la durée d'action de l'analogue ultrarapide. Sinon, il faut alors mesurer la glycémie 1 ou 2 heures après le repas, ce qui est inconfortable, ou associer à la glycémie de midi une recherche de la glycosurie qui informera sur ce qui s'est passé tôt dans la matinée.

Tableau 1 : Adaptation des doses d'insuline dans l'insulinothérapie en 2 injections quotidiennes d'un mélange individualisé d'insulines dans une seringue

Quelle insuline correspond à quelle analyse ?

- L'Actrapid® ou la Régular® ou l'Insuman Rapid® de la 1^{ère} injection agit principalement le matin et on jugera de son action d'après l'analyse de midi. En cas de grasse matinée, on peut les remplacer par de la NovoRapid®, de l'Humalog® ou de l'Apidra®.
- L'Insulatard® ou la NPH® ou l'Insuman Basal®, de la 1^{ère} injection agit principalement pendant l'après-midi et on jugera de son action d'après l'analyse de fin d'après-midi.
- L'Actrapid® ou la Régular® ou l'Insuman Rapid® de la 2^{ème} injection agit principalement pendant la soirée et on jugera de son action d'après l'analyse du coucher. Si l'écart entre le souper et le coucher est inférieur à 3 h, on peut les remplacer par de la NovoRapid®, de l'Humalog® ou de l'Apidra®.
- L'Insulatard® ou la NPH® ou l'Insuman Basal®, de la 2^{ème} injection agit principalement pendant la nuit et on jugera de son action d'après l'analyse du lever le lendemain matin.

Buts

- Glycémies: minimum 70 mg/dl, maximum 160 mg.
- Urines: absence de sucre.
⇒ même dose d'insuline

Si < 70 mg/dl avec ou sans "hypo"

- On diminue la dose de l'insuline concernée de 10 % (minimum 1/2 U).
Sauf : - si on a moins mangé
- si on a plus bougé sans le prévoir

Si > 160 mg/dl ou présence de sucre dans les urines 2 ou 3 jours en suivant au même moment de la journée

- On augmente la dose de 10 % (minimum 1/2 U).
Sauf : - si on a trop mangé
- si on a moins bougé

| Insuline rapide: Actrapid ou Regular | | | | | | | | | | Insuline retard: Insulatard ou NPH | | | | OBSERVATIONS Poids: 30 kg |
|--|---------|----------------|----------------|---------------|-----------|------------------|-------------|-----------------|------|------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|---|
| Insuline ultrarapide: Novorapid ou Humalog ou Apidra | | | | | | | | | | SYSTEME A 2 INJECTIONS | | | | |
| | MATINEE | | | APRES-MIDI | | | SOIREE | | | NUIT | | LEVER | | |
| | DATE | Dose matin A+I | Matin | Test midi | Dose midi | Après-midi | Test souper | Dose souper A+I | Soir | Test coucher | Dose coucher | Nuit | Test lever lendemain | |
| DI | 20/12 | 7 + 14 | | 92 | | | 115 | 3 + 6 | | 118 | | | 141 | |
| LU | 21/12 | 7 + 14 | | 122 | | | 78 | 3 + 6 | | 395 | * 2U Novorapi | | 152 | 21h: bonbons * 395 1) excès corrigé par NovoRapid |
| MA | 22/12 | 7 + 14 | | 51 | | * 1,5 sucre | 88 | 3 + 6 | | 191 | | | 133 | Hypo inexpliquée corrigée par 1,5 sucres |
| ME | 23/12 | 6 + 14 | | 111 | | | 129 | 3 + 6 | | 202 | | | 142 | 2) Diminution dose Actrapid matin car hypo inexpliquée |
| JE | 24/12 | 6 + 14 | | 91 | | | 113 | 3,5+ 6 | | 129 | | | S : 0 cét : 0 | 3) Augmentation dose Actrapid du soir après deux hypes au coucher |
| VE | 25/12 | 6 + 12,5 | | 128 | | 15h: piscine | 97 | 3,5+ 6 | | 78 | | | 125 | 4) Sport prévu l'après-midi |
| SA | 26/12 | 4NR+ 14 | grasse matinée | 109 | | | 122 | 3,5+ 6 | | 77 | | | 136 | 5) NovoRapid pour grasse matinée |
| DI | 27/12 | 4NR+ 14 | grasse matinée | 113 | | gâteau imprévu | 518* | 3NR+ 3,5 6 | | 150 | | | 93 | 6) * 3 U Novorapid dans seringue avec Actrapid + Insulatard |
| LU | 28/12 | 6 + 14 | | 92 | | | 115 | 4,5+ 6 | | 119 | | | 138 | 7) Restaurant à l'heure du souper |
| MA | 29/12 | 6 + 14 | | gâteau prévu* | 124 | | 72 | 3,5+ 6 | | 121 | | | 152 | 8) * + 2U Novorapid pour gâteau à 10h |
| ME | 30/12 | 6 + 14 | | S : 0 | | vélo non prévu * | 87 | 3,5+ 6 | | 102 | | 1,5 sucre | 58 | 9) * Biscuit chocolaté |
| JE | 31/12 | 6 + 14 | | 141 | | | 81 | 0 + 5,5 | | 119 | | | 81 | 10) Restaurant à 20h: 3 U NovoRapid au milieu du repas |
| VE | 01/01 | 4NR+ 14 | grasse matinée | 128 | | 1,5 sucre | 49 | 3,5+ 5,5 | | 100 | | | 260 | 11) Resucrage pour hypo sans diminuer la dose d'Actrapid |
| SA | 02/01 | 1NR+ 6 | 12,5 | 115 | | | 131 | 3,5+ 5,5 | | 82 | | | 104 | 12) Correction d'une hyper au lever |

Figure 3

Exemples d'adaptation des doses d'insulines dans l'insulinothérapie en 2 injections d'un mélange individualisé d'insulines dans une seringue.

Si on souhaite manger plus de glucides à l'un ou l'autre moment, on peut le faire à condition d'injecter une insuline ultra-rapide avec un stylo-injecteur. On passe alors à 3, ou plus, piqûres par jour.

Le **tableau 1** résume les critères d'adaptation des doses d'insuline dans le

système à 2 injections par jour. La **figure 3** donne des exemples d'adaptation des doses dans la pratique. La formation à l'autogestion demande une dizaine de jours d'hospitalisation. Lorsque les parents ou l'adolescent sont capables d'adapter les doses dans tous les cas imaginés dans la **figure 3**, l'enfant quitte

l'hôpital... La famille maîtrise l'autogestion du diabète.

≥ 4 injections par jour ou insulinothérapie basale-prandiale

Si un jeune diabétique veut se libérer totalement des contraintes d'horaire et de repas plus ou moins fixes qualitativement et quantitativement, il doit obligatoirement passer au système basal-prandial à 4 injections ou plus par jour (**Fig 4-6**). Ce système, qui mime

mieux ce qui se passe physiologiquement, consiste à injecter avant le coucher de préférence, une insuline à action retardée qui apporte, comme chez le non-diabétique, l'insulinémie de base dont on a besoin en dehors des repas (insuline humaine - Insulatard®, Humuline NPH®, Insuman Basal® - ou analogue à action retardée plus plane et plus reproductible : Levemir® (detemir) ou Lantus® (glargine) qui agissent, en moyenne, pendant 24 h,

Figure 4

Insulinothérapie basale-prandiale en 4 injections pour 3 repas : insuline de type 1 (Actrapid®, Regular®, Insuman Rapid®) injectée 1/2h avant les repas et analogue à action retardée (de préférence Levemir®) ou Lantus® ou NPH® au coucher.

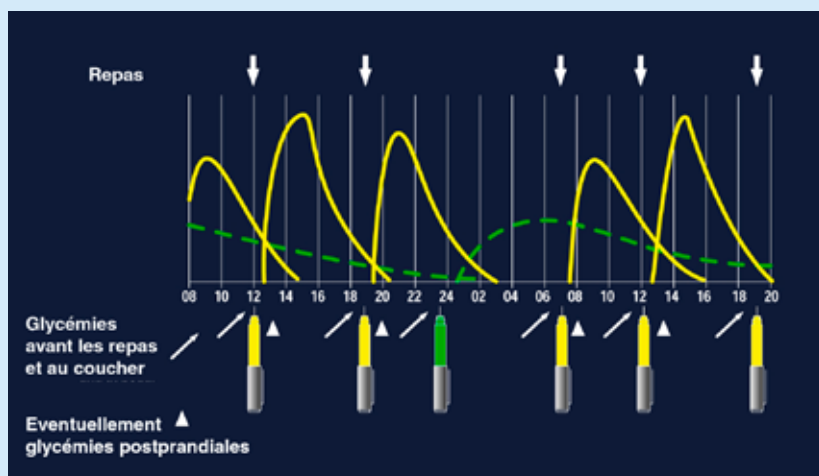
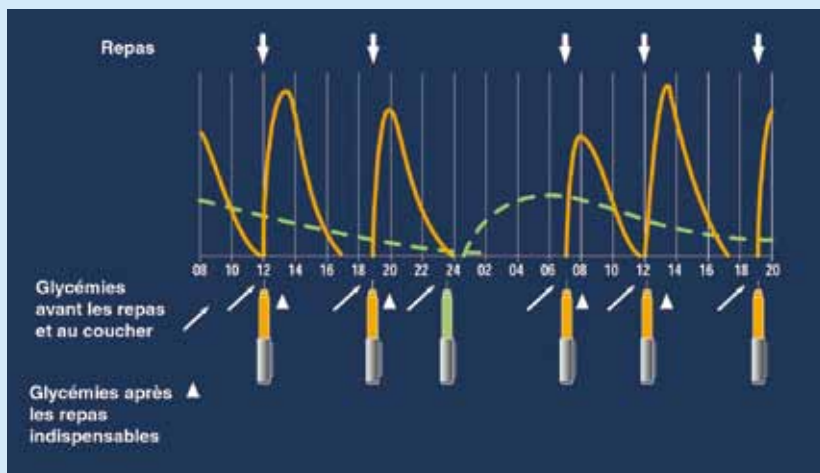


Figure 5

Insulinothérapie basale-prandiale en 4 injections pour 3 repas : analogue ultra-rapide (NovoRapid®, Humalog®, Apidra®) immédiatement avant les repas et analogue à action retardée (de préférence Levemir®) ou Lantus® ou NPH® au coucher. Si la durée entre l'injection de l'analogue ultrarapide et la glycémie suivante (préprandiale ou au coucher) qui permet de juger de son action dépasse 3 à 4h, soit la durée d'action de l'analogue ultrarapide, il faut réaliser une glycémie postprandiale.



mais aussi parfois moins ou plus longtemps (Revue ABD 49 (3) : 19-27, 2006). Pour couvrir les repas, on injecte, environ 1/2h avant, une insuline humaine à action rapide à l'aide d'un autre stylo-injecteur (**Fig 4**). Il ne faut pas remplacer systématiquement cette insuline par un analogue ultrarapide si l'écart entre 2 repas excède 3 à 4 h, car ceci

risque d'entraîner de l'hyperglycémie avant le repas suivant (**Fig 5**). En revanche, en cas de grasse matinée, on peut remplacer l'insuline humaine à action rapide qui précède le petit-déjeuner par un analogue ultrarapide (ce qui permet aussi de ne pas attendre 1/2 heure avant de manger), car il n'y aura que 2 ou 3 heures d'écart avant

la glycémie suivante (qui permettra de juger de l'efficacité de l'analogue ultrarapide du petit déjeuner) qui précède l'injection pour le repas de midi (**Fig 6b,c,d**). En cas de souper à horaire précoce, on peut aussi utiliser un analogue ultrarapide à midi (**Fig 6c**). Si le souper est tardif, on recourt

à un analogue ultrarapide pour réduire le risque d'hypoglycémie nocturne dû à la superposition de l'action de l'insuline humaine à action rapide avec celle de l'analogue à action retardée injecté au coucher (**Fig 6d**). Si le goûter est important, voire indispensable si le souper est distant

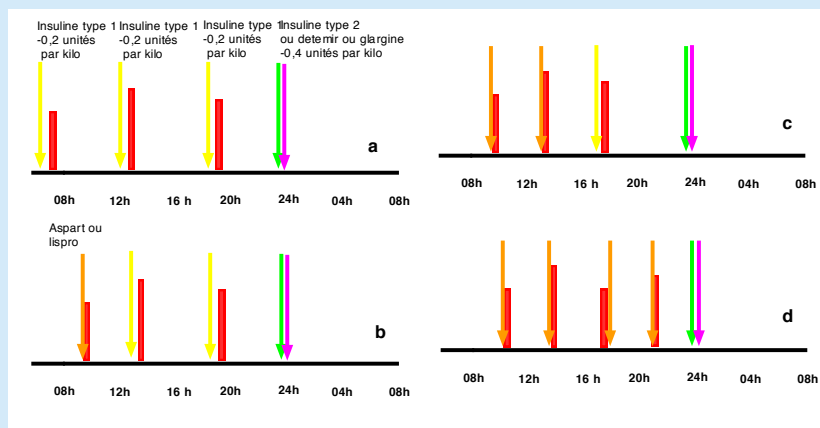


Figure 6.

Variants dans l'insulinothérapie basale-prandiale en 4 injections (a,b,c,d). Si le laps de temps entre l'injection préprandiale et la glycémie avant le repas suivant ou au coucher est inférieur à 3 ou 4h (durée d'action de l'analogue ultrarapide), on peut remplacer l'insuline de type 1 par un analogue ultrarapide. En revanche, si l'écart temporel dépasse 6 à 8h (durée d'action de l'insuline humaine à action rapide), par exemple entre le repas de midi et celui du soir, il faut introduire un goûter avec l'injection d'un analogue ultrarapide juste avant ou juste après avoir mangé (d).

de plus de 6 à 7 heures du dîner, une injection supplémentaire est faite avec un analogue ultrarapide, ce qui permet aussi, alors, de l'utiliser pour le dîner distant de 3 à 4 h. (**Fig 6d**). Donc, moins de 3 à 4 h d'écart entre 2 injections : analogue ultrarapide. Si plus de 3 à 4 h d'écart entre 2 injections (limite du temps d'action de l'analogue) et moins de 6 à 8 h d'écart entre 2 injections (limite du temps d'action de l'insuline de type 1) : insuline humaine à action rapide.

Dans l'insulinothérapie basale-prandiale, l'horaire des repas a beaucoup moins d'importance et la quan-

tité d'insuline administrée est adaptée en fonction de ce qu'on souhaite manger. Il est à noter que, dans la majorité des cas, les collations entre les repas sont superflues, car on n'injecte plus d'insuline à action retardée le matin comme c'est le cas dans le traitement à 2 injections. Dans l'insulinothérapie basale-prandiale, la basale doit être la plus basse et la plus plane possible pendant 24 heures, comme c'est le cas physiologiquement. Pourtant certains médecins font injecter 2 insulines NPH® ou 2 insulines Levemir®, croyant qu'elles agissent pendant 12 à 14 heures, alors qu'elles fonctionnent pendant $\pm 24h$, ce qui induit des hypoglycémies par superposition de 3 insulines en début d'après-midi : les 2 insulines à action retardée plus l'insuline rapide ou ultrarapide du dîner. Dans l'insulinothérapie basale-prandiale, chaque collation supplémentaire nécessite l'injection d'une insuline ultrarapide. Idem pour les pompes, ce qui est loin d'être pratique chez les enfants d'âge scolaire.



Le système basal-prandial ne procure pas nécessairement de meilleurs taux d'HbA1c que le système à 2 injections, si l'éducation à l'autosurveillance et à l'autotraitement est intensive. Il permet une plus grande liberté dans les horaires et les quantités des repas, ce qui peut provoquer une prise de poids exagérée, surtout chez les adolescentes. Il n'y a donc aucune justification à proposer systématiquement le système basal-prandial à tous les enfants, sans compter que l'adaptation des doses d'insuline est beaucoup plus compliquée, ce qui est le prix de la plus grande liberté alimentaire. En effet, l'adaptation des doses ne peut pas se faire uniquement d'après des algorithmes simplistes basés sur la glycémie du moment. Elle est triple : rétrospective d'après les expériences antérieures à colliger dans le carnet de traitement, prospective d'après ce qu'on envisage de changer dans l'alimentation et l'activité physique, avec seulement une « touche » d'adapta-

tion compensatoire d'après la glycémie du moment. Ce système est « idéal » chez les grands adolescents et les jeunes adultes qui parviennent à maîtriser une adaptation complexe des doses d'insuline, bien que certains d'entre eux se débrouillent très bien avec une insulinothérapie en 2 injections d'un mélange d'insulines, assoupli par l'usage d'un stylo-injecteur chargé d'une insuline ultrarapide pour les extra.

Chez les enfants qui, à l'école, prennent des collations le matin et l'après-midi, plus un dîner à midi, il faudrait 3 glycémies au lieu d'une dans le système à 2 injections, et 3 injections d'insuline au lieu de zéro pendant le temps scolaire! Ceux qui sauraient le faire ne le font souvent pas. Pour les jeunes enfants, qui fera les glycémies, les injections et l'adaptation des doses ? Même raisonnement pour les pompes à insuline. Ceci explique la fréquente faillite de l'insulinothérapie basale-prandiale ou des pompes à l'âge pédiatrique.

Tableau 2 : *Adaptation des doses d'insuline dans l'insulinothérapie basale-prandiale.*

Quelle insuline correspond à quelle analyse ?

- L'Insulatard® ou la NPH® ou l'Insuman Basal®, ou mieux la Levemir®, voire la Lantus®, injectée le soir correspond à la dose d'insuline basale dont on a besoin sans manger. La bonne dose d'insuline basale est celle qui donne une bonne glycémie au lever quand on part d'une bonne glycémie au coucher. Une fois qu'on a trouvé cette dose, on n'y touche plus. S'il y a une "hyper" au coucher, on la corrige avec de la NovoRapid®, de l'Humalog® ou de l'Apidra®.
- L'Actrapid® ou la Régular® ou l'Insuman Rapid® qui est injectée avant le petit déjeuner va agir pendant la matinée et on jugera de son action d'après l'analyse de midi. S'il y a moins de 3 heures entre le petit-déjeuner et le dîner (grasse matinée), on peut remplacer l'Actrapid® ou l'Insuman Rapid® par de la NovoRapid®, de l'Humalog® ou de l'Apidra®.
- L'Actrapid® ou la Régular® ou l'Insuman Rapid® injectée avant le repas de midi agit pendant l'après-midi et on jugera de son action d'après l'analyse de fin d'après-midi. Il peut y avoir de l'hyperglycémie en fin d'après-midi si l'écart entre le dîner et le souper dépasse 6 à 8 heures ; il faut alors prévoir une injection de NovoRapid®, d'Humalog® ou d'Apidra®, avant le goûter, voire après.
- L'Actrapid® ou la Régular® ou l'Insuman Rapid® injectée avant le souper agit dans la soirée et on jugera de son action d'après l'analyse du coucher. Si le souper est tardif (après 20 h) ou si l'injection de l'insuline basale du coucher est faite 3 heures plus tard, on peut remplacer l'Actrapid® ou la Régular® par de la NovoRapid®, de l'Humalog® ou d'Apidra®.

Buts

- Glycémie: minimum 70 mg/dl, maximum 160 mg/dl.
- Urines: absence de sucre.
⇒ même dose d'insuline

Si < 70 mg/dl avec ou sans “hypo”

- On diminue la dose de l'insuline concernée de 10 % (minimum 1/2 U).

Sauf : - si on a moins mangé
- si on a plus bougé sans le prévoir

Si > 160 mg/dl ou présence de sucre dans les urines 2 ou 3 jours en suivant au même moment de la journée

- On augmente la dose de 10 % (minimum 1/2 U).

Sauf : - si on a trop mangé
- si on a moins bougé

L'adaptation des doses est plus difficile si on change l'alimentation et les heures des repas. Pour trouver les “bonnes” doses d'insuline rapide, il faut:

- Tenir compte des expériences précédentes (par exemple, pour telle portion de lasagnes, il faut X unités, mais pour un sandwich au thon, Y unités).
- Tenir compte de la glycémie du moment (si elle est élevée, on majore la dose).
- Tenir compte de l'activité physique (on diminue la dose si on prévoit un sport).

Le **tableau 2** résume les critères d'adaptation des doses d'insuline dans le système basal-prandial. La **figure 7** donne des exemples d'adaptation des doses dans la pratique. Quand on passe d'une insulinothérapie à 2 injections à l'insulinothérapie basale-prandiale, l'adolescent n'est pas hospitalisé.

Pompes à insuline

Les pompes à insuline (boîtier de la taille d'un petit GSM) que le sujet diabétique, ou un parent, doit programmer permettent l'administration continue d'insuline à action rapide ou d'un analogue ultra-rapide de façon régulière, avec des pics pour

Figure 7

Exemples d'adaptation des doses d'insuline dans l'insulinothérapie basale-prandiale.

| | | Insuline rapide: Actrapid ou Regular | | | | | Insuline retard: Levemir | | | | | | | |
|----|---------|--|------------------------------|------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|------------------|--------------|----------------|---------------------------|---|---|
| | | Insuline ultrarapide: Novorapid ou Humalog ou Apidra | | | SYSTEME BASAL-PRANDIAL : | | | | | | | | | |
| | MATINEE | | | APRES-MIDI | | | SOIREE | | NUIT | | LEVER | OBSERVATIONS Poids: 50 kg | | |
| | DATE | Dose matin A | Matin | Test midi | Dose midi A | Après-midi | Test souper | Dose souper A | Soir | Test coucher | Dose coucher L | | Nuit | Test lever lendemain |
| DI | 5/2 | 10 | | 193 | 10 | 2 sucres → 66 | 10 | | 323 - 3 U | 20 | | 219 | Début: 3 repas semblables d'un jour à l'autre, par exemple: <u>Petit déjeuner</u> : 2 tartines au fromage; <u>Dîner</u> : 1 sandwich thon <u>Souper</u> : viande ou poisson + 4 pommes de terre + légumes | |
| LU | 6/2 | 10 | | 201 | 9 | | 78 | 11 | | 241 | 20 | | | 232 |
| MA | 7/2 | 11 | | 130 | 9 | | 89 | 12 | | 199 | 22 | | | 193 |
| ME | 8/2 | 11 | | 107 | 9 | | 128 | 13 | | 128 | 24 | | | 108 |
| SA | 13/8 | 13 | 2 tartines au petit déjeuner | 120 | 8 | midi: 1 sandwich | 118 | 10 | repas normal | 132 | 18 | | 97 | Après avoir trouvé les doses de base, on peut varier l'alimentation |
| DI | 14/8 | 15 | 3 croissants + cacao | 142 | 10 | midi: frites++ | 253 ← 12 | | repas normal | 94 | 18 | | 118 | |
| LU | 15/8 | 13 | 2 tartines | 93 | 8 | midi: 1 sandwich | 117 | 14 | lasagne +++ ← 18 | 293 | 18 | | 129 | |
| MA | 16/8 | 11 | pl piscine 10 h | 89 | 12 | midi: frites++ | 101 | 10 | repas normal | 96 | 18 | | 140 | |
| ME | 17/8 | 13 | 2 tartines | 128 | 8 | midi: 1 sandwich + | 129 | 16 | lasagne +++ | 123 | 18 | | 151 | * 15 h: gâteau : 4u Novorapid juste après |
| JE | 18/8 | 9 NR* | 2 tartines | 99 | 8 | midi: 1 sandwich | 141 | 10 | repas normal | 54** | 18 | | 80 | **grasse matinée |
| VE | 19/8 | 13 | 2 tartines | 121 | 8 | midi: 1 sandwich | 73 | 10 | repas normal | 133 | 18 | | 129 | **hypo car vélo après souper : 2,5 sucres |
| SA | 20/8 | 9 NR* | 2 tartines | 112 | 8 | midi: 1 sandwich | 115 | 10 NR** | resto 20h | 92 | 18 | | 140 | *grasse matinée **injection NovoRapid milieu repas |

les repas, calculés d'après plusieurs glycémies quotidiennes, comme dans le système basal-prandial avec des stylo-injecteurs. C'est une pompe externe accrochée plus souvent à la ceinture qui exige le placement constant d'un cathéter sous la peau (à renouveler tous les 3 jours), ce qui limite certaines activités.

La Société Internationale de Diabétologie Pédiatrique (ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2009. Pediatric Diabetes 2009 ; 10 (suppl 12) : 88-9) constate : l'utilisation de pompes à insuline augmente, y compris chez les jeunes enfants, sans qu'on puisse prouver l'obtention d'un meilleur contrôle glycémique (HbA1c), sauf

chez des patients sélectionnés et motivés ; leur usage peut avoir des effets délétères si l'éducation ou l'adhérence au traitement sont peu certains ; il peut y avoir un risque accru d'acidocétose.

Les systèmes de mesure « en continu » de la glycémie associés à une pompe (« pancréas artificiel ») n'ont pas encore prouvé leur efficacité.

Alimentation

Relations alimentation-schémas insuliniques

Il n'existe plus de « régime diabétique » pour les enfants et les adolescents diabétiques insulino-dépendants. L'alimentation doit être normale et suivre les recommandations pour les sujets non diabétiques (Revue ABD 39 (5) : 7-15, 1996 ; 46 (3) : 10 – 17, 2003). Elle peut donc être la même pour tous les membres de la famille. Certaines recommandations diététiques ont plus pour but de réduire l'obésité, l'athérosclérose (obstruction des vaisseaux

sanguins), les maladies cardiovasculaires, l'hypertension artérielle, etc., que d'améliorer l'équilibre glycémique (du sucre dans le sang).

La diététique du diabète est indissociable du schéma insulinaire suivi. Dans le système d'insulinothérapie en 2 injections quotidiennes d'un mélange d'insulines à actions (ultra)rapide et intermédiaire, il faut respecter certains horaires et répartir l'alimentation en 6 repas parallèlement au profil d'action des insulines (**Fig 1**) : l'alimentation est adaptée aux insulines. Si on souhaite manger plus de glucides à l'un ou l'autre moment, on peut le faire à condition d'injecter une insuline ultrarapide, ce qui se fait avec un stylo-injecteur, même après avoir mangé. Lorsqu'on veut une pleine liberté dans l'horaire et les quantités des repas, il faut envisager le système basal-prandial qui mime mieux ce qui se passe chez les non diabétiques (**Fig 2 et 3**) : à une insuline de base, on ajoute des injections à chaque repas, d'une insu-

line à action rapide ou ultrarapide, à choisir selon le temps qui s'écoule entre 2 injections (voir plus haut).

Les 2 modèles peuvent donner d'aussi bons résultats en termes d'hémoglobine glyquée (HbA1c) qui reflète le taux moyen de glucose dans le sang pendant 2 mois et qui est prédictive du risque de complications à moyen et à long termes. Il est inutile d'imposer ≥ 4 injections d'insuline par jour, voire une pompe à insuline, si c'est pour prescrire un régime rigide.

L'analyse des erreurs dans l'alimentation des adolescents et des enfants diabétiques a été publiée dans les Revues de l'ABD (52 (3) : 28-33, 2009; 54 (1) : 8-15, 2011).

Recommandations diététiques

Actuellement, il est admis que l'alimentation des enfants diabétiques doit être la même que celle des enfants non diabétiques, en quantité, qualité, voire en flexibilité dans l'insulinothérapie basale-prandiale.

Les enfants diabétiques doivent bénéficier d'un apport énergétique normal pour leur âge et leur sexe, fluctuant d'après leur activité physique (Revue ABD 46 (3) : 10-17, 2003). La répartition idéale des nutriments, entre glucides (sucres), lipides (graisses), protides (protéines), est, respectivement, 55 voire 60 à 70 % pour les sportifs (dont moins de 10 % de glucides simples, les « sucreries », au profit des glucides complexes tels que pâtes, pain, riz, pommes de terre, cous-cous, etc.), 30 à 35 % (dont moins de 10 % de graisses saturées, les « mauvaises » graisses animales ; environ 10 % de graisses poly-insaturées, la plupart des graisses végétales ; 10 à 15 % de graisses mono-insaturées, dont l'huile d'olive), 10 à 13 % de protéines avec un rapport protéines animales/végétales égal à 1 de la ration énergétique totale. L'alimentation dite « méditerranéenne » est proposée comme modèle. Elle est basée principalement sur l'utilisation de féculents riches en fibres

(céréales, légumineuses, etc.), de légumes, de fruits, de yaourt, de poisson et d'huile d'olive.

En pratique, l'adhérence aux principes d'une alimentation normale est difficile à obtenir. Elle nécessite une éducation individuelle, plus qualitative que quantitative, de l'enfant diabétique et de sa famille par une équipe pluridisciplinaire incluant une diététicienne expérimentée. La prescription d'un régime rigide est inefficace sur le plan glycémique et, au contraire, pousse aux comportements alimentaires déviants. Le seul « interdit » qui persiste, c'est boire des limonades ou des « colas » non « lights », en dehors d'une hypoglycémie, car ils contiennent des quantités énormes de sucre par litre (60 à 110 grammes, soit l'équivalent de 12 à 22 morceaux de sucre) et produisent un pic très élevé de la glycémie $\frac{1}{2}$ h après leur absorption, alors que le pic d'insuline dans le sang après une injection d'une insuline ultrarapide se produit 1 heure plus tard. C'est

d'ailleurs aussi déconseillé aux non diabétiques, car générateur d'obésité et de... diabète de type 2 de plus en plus fréquent chez les adolescents trop gros.

Éducation diététique personnalisée

Sur le plan pratique, on apprend aux jeunes diabétiques et à leur famille d'abord l'action des insulines et le fonctionnement de leur schéma insulinaire (2 injections par jour, versus ≥ 4), puis les principes d'une alimentation normale et équilibrée, en les familiarisant avec l'aspect qualitatif et quantitatif des aliments. On utilise un matériel didactique plus imagé que chiffré. En fonction des résultats d'une anamnèse diététique sur plusieurs jours, on modifie éventuellement les habitudes alimentaires familiales.

L'alimentation pesée, les plans alimentaires (« meal planning » des Américains) et les listes d'échanges (« exchange lists ») sont anti-physiologiques, car il n'y a pas de rapport fixe simpliste entre X unités d'insuline et

l'utilisation de Y grammes de glucose. Certains proposent arbitrairement 1 unité d'insuline pour l'utilisation de 10 à 20 grammes de glucides. S'il existait un rapport fixe entre X unités d'insuline et l'utilisation de Y grammes de glucose par les muscles, on devrait augmenter la dose d'insuline lors d'un effort physique puisque les muscles ont besoin de plus d'énergie et consomment plus de glucose ! En réalité, c'est l'inverse ! L'explication est que la sensibilité des muscles à l'insuline croît à l'effort, et donc moins d'insuline est nécessaire pour que les muscles captent plus de glucose, ce qui ne se passe pas au niveau du foie. Donc, lors d'un effort physique, l'insuline baisse dans le sang, ce qui laisse sortir le glucose emmagasiné dans le foie, mais comme les muscles sont plus sensibles à l'insuline, le glucose y pénètre davantage pour fournir l'énergie demandée par l'effort physique. C'est exactement ce qui se passe dans une automobile lorsqu'on accélère pour aller plus vite :

on vide le réservoir de son essence qui va alimenter le moteur qui consomme plus. D'autres facteurs expliquent qu'on ne peut pas, pour stabiliser la glycémie, faire correspondre X unités d'insuline à Y grammes de glucides ingérés : on ne maîtrise pas les 4 hormones qui font monter le glucose sanguin (adrénaline, glucagon, cortisol, hormone de croissance), ni l'utilisation relative du glucose et des acides gras libres lors du travail musculaire, ni le stress, ni d'autres mécanismes hors de notre contrôle !

Produits alimentaires pour diabétiques

Il n'y a aucun intérêt à consommer des « produits » alimentaires pour diabétiques. Ils comportent le plus souvent des édulcorants nutritifs (qui apportent des calories), utilisés à la place du saccharose (le sucre qu'on met dans son café). Citons, par exemple, le fructose et les polyols (sorbitol, xylitol, maltitol, mannitol, etc.). Certains de ceux-ci peuvent parfois affecter

la glycémie, provoquer des troubles gastro-intestinaux, voire une augmentation de certaines graisses du sang pour le fructose. En Belgique, un produit alimentaire est déclaré « sans sucre » s'il ne contient pas le sucre appelé « saccharose » (un disaccharide fait d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose), mais il peut contenir tous les autres sucres nommés différemment ! C'est un scandale entretenu par certains pouvoirs publics en collusion avec les « lobbies » agro-alimentaires très puissants financièrement. De même, les jus de fruit « sans sucre » sont sans sucre (saccharose) ajouté, mais contiennent, bien sûr, les sucres des fruits. Le consommateur est donc trompé par une législation laxiste. Un moyen simple de s'en sortir est de repérer sur l'étiquette de composition des produits la rubrique « glucides » ou « hydrates de carbone ». S'il est indiqué « 0 », il n'y a aucun sucre calorique, mais peut-être bien des édulcorants artificiels qui n'apportent aucune



calorie, tels que la saccharine, l'aspartame, l'acésulfame K, le cyclamate, le sucralose, l'alitame. S'il y a un certain nombre de grammes de glucides ou d'hydrates de carbone pour 100 grammes ou 100 millilitres (=un dixième de litre) de produit, on divise le chiffre par 5 (poids d'un sucre belge qu'on met dans son café), et on obtient une idée du nombre de « sucres » de 5 grammes qui sont cachés au sein du produit dit sans sucre. Par exemple, tels bonbons

« sans sucre » contiennent 98 grammes de xylitol pour 100 grammes de bonbons, soit l'équivalent de 19,5 sucres... L'apport énergétique des édulcorants caloriques est de 2,4 kcal/g sauf pour le fructose qui donne 4 kcal/g, comme le saccharose, le lactose, le maltose, etc.

L'appellation « produit light » doit conduire à inspecter l'étiquette de composition, car elle ne signifie pas qu'il y ait obligatoirement « 0 » gramme de glucides ou de lipides ou d'alcool.



Activité physique

Rôles du glucose et de l'insuline chez le sujet avec un DT1

Chez lui, la quantité d'insuline du sang ne peut pas diminuer automatiquement au cours de l'exercice musculaire, puisque l'injection a été faite quelques heures auparavant ; la dose totale d'insuline se trouve donc déjà dans le corps. Du coup, la libération de glucose par le foie est insuffisante pour compenser la chute de la glycémie, ce qui risque d'entraîner une hypoglycémie sévère. Donc, par rapport au non diabétique dont l'insuline du sang baisse automatiquement en fonction de l'exercice musculaire, chez le jeune diabétique, les effets de l'exercice peuvent être bénéfiques ou nocifs selon la quantité d'insuline circulante.

En cas de surdosage insuliniq ue et/ou de libération accélérée de l'insuline injectée près d'un muscle actif, il y a risque d'hypoglycémie pendant l'effort, voire des heures après celui-ci. Attention aux hypoglycémies nocturnes en cas de sport intensif et prolongé.

En cas de sous-dosage insuliniq ue et d'hyperglycémie importante, voire de cétose avant un effort musculaire, la glycémie peut s'élever davantage encore par stimulation de la production de glucose par le foie sous l'influence des hormones hyperglycémiantes de la glycogénolyse et de la néoglucogénèse (catécholamines, glucagon, cortisol, hormone de croissance).

La conclusion est que le sport ne peut être recommandé aux jeunes diabétiques qu'à la condition expresse qu'ils soient correctement traités à l'insuline et que leur équilibre glycémique soit bon. Si les taux d'HbA1c se rapprochent de la zone normale, les performances sportives sont alors les mêmes que celles des non diabétiques.

Recommandations pratiques

L'exercice physique et l'insuline ont la même influence sur la glycémie : ils la font baisser. Celui ou celle qui pratique un sport régulièrement (entraînement) verra diminuer ses besoins globaux en insuline, car elle devient plus active au niveau musculaire.

Les recommandations pratiques portent à la fois sur l'alimentation et les injections d'insuline (Revue s ABD 37 (3) : 6-9, 1994 ; 42 (3) : 26 – 28, 1999). Elles sont résumées dans le **tableau 3**.

Chaque jeune diabétique doit apprendre à juger de ses propres dépenses d'énergie pour un effort donné. L'adaptation alimentaire et insuliniq ue est très différente de l'un à l'autre. Laure diminuera ses doses sans prendre de glucides supplémentaires, car elle a peur de grossir. Hugues réduira légèrement ses doses et mangera un peu plus d'aliments glucidiques. Céleste ne diminuera pas ses doses d'insuline, mais en profitera pour consommer une collation sucrée.

Tableau 3 : *Recommandations pratiques lors du sport*

- Obtenir un bon degré de contrôle métabolique : ni hyperglycémie (>300 mg/dl), ni cétose. Eventuellement, mesurer la glycémie avant l'effort, voire la cétonémie/cétonurie.
- Avoir toujours du sucre sur soi.
- Augmenter progressivement l'intensité et la durée de l'effort musculaire.
- Dans les 3 heures qui précèdent une activité sportive importante, manger des glucides à résorption lente pour saturer les réserves musculaires et hépatiques en glycogène.
- En cas d'effort non prévu, consommer plus de glucose ou d'aliments glucidiques immédiatement avant, pendant et après le sport.
- En cas d'effort prévisible, diminuer la dose de l'insuline qui agit pendant, voire après un effort important. La diminution varie de 10 à plus de 50 % selon l'intensité de l'exercice.
- Ne pas injecter l'insuline dans une région musculaire qui sera soumise à une activité importante.
- Eviter l'exercice physique au moment du pic d'action des insulines.
- Si l'activité physique est prolongée, boire de l'eau sucrée (entre 6 et 8 %) ou manger des glucides (pâtes de fruit, chocolat, barres de céréales, etc) juste avant, pendant (toutes les 30 à 45 minutes) et après l'effort.
- Mesurer la glycémie avant le coucher qui suit un exercice physique important pour éviter les hypoglycémies nocturnes.
- Evaluer, après coup, les résultats des adaptations insuliniques et alimentaires.
- Informer le personnel d'accompagnement et l'initier au traitement d'une hypoglycémie grave (Glucagen Hypokit®).

Alimentation

Comme chez les athlètes non-diabétiques, il peut être utile de renforcer les réserves en glycogène en consommant des glucides complexes dans les 3 heures qui précèdent l'effort. Une heure avant la compétition, on peut prendre une collation glucidique légère (< 200 Kcal). Il est conseillé de boire 150 à 200 ml d'eau 1/4 h avant l'effort. Si l'activité sportive dure plus d'une heure, les boissons seront enrichies en glucides dans la proportion de 6 à 8 % (par exemple un jus de fruit dilué à demi). On peut aussi consommer des pâtes de fruit, du chocolat, des barres de céréales, etc, pendant voire après le sport.

Les adaptations alimentaires sont les seules possibles en cas d'effort non prévu. C'est à l'usage que l'on connaîtra la meilleure répartition et l'importance des suppléments glucidiques. Il est utile de mesurer la glycémie, voire la cétonémie/cétonurie avant la compétition. Certains sportifs de haut niveau ont par-

fois des hypoglycémies lors des entraînements, mais pas lors des compétitions, à cause du stress considérable qui les inonde d'adrénaline, ce qui stimule la glycogénolyse.

Il est intéressant de noter qu'un sportif non diabétique ne peut pas absorber beaucoup de glucides simples lors des efforts physiques, par risque d'une hypoglycémie post-stimulative due à la libération d'insuline, ce qui n'est pas le cas des sujets diabétiques. Un avantage donc... En plus, l'insuline est sur la liste des dopants puisqu'elle permet d'augmenter les réserves musculaires et hépatiques en glycogène...

Insuline

Celui ou celle qui pratique un sport régulièrement (entraînement) verra diminuer ses besoins en insuline, car elle devient plus active au niveau musculaire. La sensibilité et le nombre de récepteurs insuliniques augmentent. L'insuline doit être injectée à distance d'un groupe musculaire sollicité par l'exercice, car la circu-

lation sanguine y est accélérée et donc aussi la libération locale de l'insuline. Un cycliste n'injectera pas d'insuline dans les cuisses, le skieur choisira le ventre, le joueur de tennis droitier préférera le bras gauche. Chaque site d'injection doit être testé individuellement, car la résorption de l'insuline varie d'un endroit à l'autre. Elle est plus rapide à partir du ventre qu'à partir des bras, des cuisses et des fesses, par ordre décroissant. Il faut également tenir compte d'autres facteurs qui modifient l'absorption de l'insuline comme la profondeur de l'injection (l'injection intramusculaire favorise les hypoglycémies), l'obésité, la température locale, etc.

L'adaptation des doses d'insuline est strictement individuelle et ne sera optimale qu'après évaluation de chacune des expériences précédentes. Il est évident que la diminution de la dose sera dépendante de l'intensité et de la durée de l'effort à accomplir, mais aussi de l'entraînement et de l'alimentation.

Elle pourra être diminuée le plus fréquemment de 10 % (gymnastique et natation scolaires), mais éventuellement de 50 % (ski intensif) de la dose d'insuline injectée la veille.

Le choix de l'insuline à modifier dépend du schéma insulinaire et du moment où se produit l'effort.

2 injections d'insuline par jour

Dans le cas de l'insulinothérapie en deux injections quotidiennes d'un mélange d'insulines (**Fig 1 et 2**), le jeune diabétique réduira l'insuline à action rapide ou ultrarapide de la première injection si le sport a eu lieu le matin, l'insuline humaine à action retardée de la première injection si le sport est programmé pour l'après-midi, l'insuline à action (ultra)rapide et, parfois, aussi l'insuline humaine à action retardée, de la seconde injection, lorsque le sport est pratiqué dans la soirée. Ceci explique notamment pourquoi il faut éviter d'utiliser, dans l'insulinothérapie à 2 injections quotidiennes, des stylos-injecteurs char-

gés de mélanges «tout faits» d'insuline, car on ne peut pas adapter séparément les 2 insulines du mélange, ce qui est possible lorsqu'on mélange soi-même les 2 insulines dans une seringue, à moins qu'on préfère se piquer 2 fois avec 2 stylos, l'un pour l'insuline à action (ultra)rapide, et l'autre pour l'insuline humaine à action retardée.

Insulinothérapie basale-prandiale

En cas d'insulinothérapie basale-prandiale (**Fig 4 à 7**), il faudra agir sur l'insuline rapide ou ultrarapide correspondant à la période de l'effort, mais parfois aussi sur l'insuline basale injectée la veille au soir et/ou le soir qui suit le sport.

Pompes à insuline

En cas d'exercice pendant la période postprandiale, il faut ramener l'injection continue d'insuline au niveau de base. Si l'exercice s'étend sur plusieurs heures, le débit basal d'insuline peut être réduit de 30 à 50 %.

Quel(s) sport(s)

En principe, si les doses d'insuline ont été adaptées, si le lieu d'injection a été correctement choisi et si les précautions alimentaires ont été réalisées, il n'y a pas de limites aux possibilités sportives des jeunes diabétiques, par rapport aux sportifs non diabétiques. L'influence favorable de l'effort physique est d'autant plus importante qu'il est pratiqué régulièrement, plusieurs fois par semaine.

Il est stimulant pour les jeunes diabétiques de leur citer des champions sportifs diabétiques, le plus connu en Belgique étant



Pär Zetterberg, (**Fig 8**) excellent joueur de football de première division, suivi à l'HUDERF, retraité depuis 2006 (Revue ABD 49 (4) 9-13, 2004). Quoique devenu diabétique au début de l'année 1990, à l'âge de 19 ans, il a grimpé au « top niveau » ayant remarquablement maîtrisé son diabète grâce à son autogestion du système basal-prandial. En 1993 et 1997, il a été nommé meilleur joueur de l'année, remportant le «Soulier d'or», la plus haute récompense footballistique belge. En 1993, 1997 et 1998, il a été élu meilleur Professionnel de l'Année. Quelle revanche vis-à-vis de son entraîneur qui l'avait écarté lorsque le diagnostic de diabète est tombé ! Un livre, disponible à l'ABD, lui a été consacré dans lequel il parle longuement de la maîtrise de son diabète (Zetterberg. Ma vie de A à... Z), ce qui a été résumé dans la Revue de l'ABD (50 (1) : 20-23, 2006).

Les sports les plus difficiles, en ce qui concerne l'adaptation au diabète, sont ceux qui exigent des efforts in-

Figure 8

Pär Zetterberg



tenses et brefs. Lorsque l'effort physique est progressif et étalé sur plusieurs heures (cyclotourisme, marche, ski de fond, etc.), les sujets diabétiques maîtrisent aisément les problèmes de l'équilibre glycémique.

Les seules activités à éviter sont celles qui, surtout si elles sont pratiquées isolément, constituent un danger lors d'une hypo-

glycémie éventuelle et qui, d'ailleurs, sont parfois dangereuses pour les non diabétiques : parachutisme, alpinisme, plongée sous-marine, course automobile ou motocycliste, delta-plane, parapente, voile en solitaire... Toutefois, en s'entourant de précautions, avec l'avis de sportifs et de diabétologues expérimentés, quasiment tous les sports sont possibles.

Chez les diabétiques présentant des complications vasculaires (athérosclérose), cardiaques (cardiomyopathie) et nerveuses (neuropathie autonome), les possibilités sportives seront limitées, mais, le plus souvent, il ne s'agit pas d'un problème de l'adolescent ou de l'adulte jeune. Toutefois, un dysfonctionnement myocardique subclinique est possible même chez les enfants. Il est donc utile de pratiquer des examens cardio-pulmonaires (échocardiographie, épreuves d'effort, etc.) chez les jeunes diabétiques qui veulent se lancer dans la compétition. Bien sûr, en cas de rétinopathie proliférante, qui peut se

rencontrer dès l'âge de 20-30 ans en cas de très mauvais équilibre glycémique depuis des années, l'exercice physique doit être évité, car une augmentation de la pression sanguine ou un choc peuvent précipiter une hémorragie vitréenne.

Situations d'urgence

Hypoglycémie

Les hypoglycémies sont passées en revue dans le chapitre sur le diabète déséquilibré. Le « resucrage » est fonction du poids de l'enfant : environ un morceau de sucre de 5 grammes par 20 kg. Les boissons sucrées de type soda contiennent 100 à 150 g de sucre par litre ! Cent ml (1/2 verre) de pur jus d'orange = 2 sucres. Le malaise passe le plus souvent en quelques minutes. Ensuite, on peut prendre le repas, la collation ou un biscuit, du pain, etc, si on craint qu'une hypoglycémie puisse se reproduire.

S'il y a perte de connaissance et/ou convulsions, sans attendre un médecin,

n'importe qui peut injecter, par voie sous-cutanée ou intramusculaire, une ampoule de Glucagen®. La dose est d'un demi flacon de 1 mg en dessous de 6-8 ans (ou environ 40 kg) et d'un mg au-dessus. Les effets secondaires fréquents sont le mal à la tête (traitement : aspirine ou paracétamol) et des nausées ou des vomissements (traitement : anti-émétiques classiques). Un médecin pourra injecter ou perfuser du sérum glucosé par voie IV.

Hyperglycémie avec cétose

Si la glycémie dépasse 250 à 300 mg/dl et la glycosurie est > 20 g/l, et a fortiori si on détecte des corps cétoniques dans le sang et/ou les urines, c'est qu'il y a un manque d'insuline. On donne des compléments d'un analogue ultrarapide de l'insuline (Novorapid®, Humalog®, Apidra®). La dose équivaut à $\leq 1/10$ de la dose quotidienne totale d'insuline, à répéter toutes les 2 à 3 heures tant que la glycémie dépasse 250 mg/dl.

Si cette situation persiste faute de traitement insulinaire, les signes d'alarme sont la soif, le besoin fréquent d'uriner, la fatigue, l'amaigrissement. Suivent les nausées, les vomissements, les douleurs abdominales, une respiration rapide, puis des troubles de la conscience et le coma acido-cétosique. L'apparition de ces signes exige une hospitalisation d'urgence.

Aide médico-sociale

« Convention de rééducation en matière d'autogestion du diabète sucré chez les enfants et les adolescents »

En Belgique, depuis 1997 (avec adaptation en 2007 et 2010), l'INAMI reconnaît comme centres de diabétologie pédiatrique ceux qui suivent plus de 60 enfants et adolescents de moins de 18 ans, par une équipe pluridisciplinaire d'éducation à l'autosurveillance et à l'autotraitement, comprenant au moins un(e) pédiatre-diabétologue, un(e) infirmier(e) spécialisé(e), un(e) diététicien(ne), un(e)

psychologue, un(e) assistant(e) social(e), une secrétaire (Revue ABD 46 (2) : 7-10, 2003; 50 (6) : 9-13, 2007). De facto, il y en a 13 pour le pays (5 en Francophonie), mais en 2009, 500 enfants diabétiques de moins de 18 ans, sur les 2600 recensés, étaient encore suivis dans des centres de diabétologie pour adultes ! L'INAMI, par la convention de diabétologie pédiatrique, permet aux enfants diabétiques d'avoir le meilleur encadrement (para)médical, en qualité (spécialistes en pédiatrie et en diabétologie) et en quantité (3 fois plus de personnel que dans la convention pour adultes) pour s'occuper des enfants et des adolescents diabétiques, sans compter la possibilité de se rendre sur les lieux de vie, école ou domicile (**tableau 4**). Une législation de 2008 oblige les responsables des centres de diabétologie pour adultes à expliquer l'existence et la spécificité des centres pédiatriques. Les centres pour adultes ne pourront plus qu'exceptionnellement suivre un enfant dia-

bétique, après justification écrite lors de la demande de convention signée par le patient ou son représentant légal. Est-ce appliqué ?

Le programme de rééducation, sous le contrôle de l'équipe de diabétologie pédiatrique, comporte les points suivants :

- a) « la formation et l'accompagnement continu du bénéficiaire et/ou de son entourage immédiat à l'autogestion du diabète »
- b) « l'accompagnement social et émotionnel du bénéficiaire et de son entourage »



Tableau 4 : Différences entre les équipes des centres de diabétologie conventionnés par l'INAMI pour les enfants et les adultes

| | Convention pour enfants & adolescents de <18 ans | Convention pour adultes |
|--|---|---|
| Forfait mensuel par patient versé par l'INAMI aux centres conventionnés | Au 1 ^{er} juillet 2007: 162,77 € | Au 1 ^{er} octobre 2008: 113,89 € , soit près de 49 € en moins que dans la convention pédiatrique |
| Personnel exigé par les conventions de l'INAMI. Ceci doit être respecté par les dirigeants hospitaliers. Sinon, ils perdent la convention. Le personnel dépend du chef du service de diabétologie | Pour 60 enfants et adolescents diabétiques de type 1 | Pour 60 patients répondant aux critères du groupe 1 auquel sont assimilés les enfants de moins de 18 ans conventionnés dans un centre pour adultes . Pour les groupes 2 et 3 les forfaits sont moindres |
| Diabétologue | Pédiatre: 0,3 équivalent temps-plein (ETP) | Interniste: 0,11 ETP, soit près de 3 fois moins que dans la convention pédiatrique |
| Infirmière | 0,45 ETP. L'infirmière est spécialisée en pédiatrie et en diabétologie, et peut se rendre à l'école, etc | Infirmière et/ou diététicienne et/ou coordinateur: 0,3 ETP, soit moins de la moitié de l'encadrement de la convention pédiatrique |
| Diététicienne | 0,2 ETP. La diététicienne est spécialisée en pédiatrie | |
| Psychologue | 0,1 ETP. La consultation est gratuite. La psychologue fait partie intégrante de l'équipe de diabétologie | 0 Les consultations sont payantes |
| Assistante sociale | 0,05 ETP. Son rôle est particulièrement important dans les milieux défavorisés | 0 |
| Secrétaire | 0,1 ETP | 0,04 ETP, soit plus de 2 fois moins que dans la convention pédiatrique |
| Total personnel pour 60 enfants | 1,2 ETP | 0,41 ETP soit 3 fois moins de personnel que dans la convention pédiatrique |

- c) « la mise à la disposition des enseignants et de la direction de l'école fréquentée par le bénéficiaire de l'information nécessaire quant à la détection, la prévention et le traitement des complications aiguës du diabète » ; « l'accompagnement visé aux points a, b et c se fait idéalement dans les milieux de vie du bénéficiaire »
- d) « la mise à la disposition du matériel nécessaire à l'autosurveillance de la glycémie, de la glycosurie et de la cétonurie, » ; « pour les bénéficiaires rééduqués à l'aide d'une pompe à insuline portable (programme «pompe à insuline»), une pompe à insuline portable prête à l'emploi doit également être mise à disposition »
- e) « la mise en place d'une permanence téléphonique »
- f) « la mise en oeuvre d'un réseau de soins urgents »

Cette convention, en permettant de donner gratuitement le matériel néces-

saire à l'autosurveillance glycémique, délivre les familles du poste budgétaire le plus lourd (100 à 125 euros par mois si on mesure la glycémie au moins 4 fois par jour, ce qui devrait être le plus souvent le cas). Des informations plus détaillées au sujet des centres agréés de diabétologie pédiatrique ont été publiées dans la Revue de l'ABD (50 (6) : 9-13, 2007).

En plus les patients « conventionnés » bénéficient gratuitement, sur prescription, des nouvelles insulines, les analogues à actions ultra-rapide et retardée.



Allocations familiales majorées (AFM)

En 2003, le Ministre des Affaires Sociales a fait développer un projet d'évaluation du handicap pour l'octroi des AFM. Il a demandé de supprimer le « tout ou rien » créé par la limite d'un handicap évalué à > 66% et de « rechercher un mode d'évaluation où l'on ne prendrait plus seulement en considération l'incapacité physique ou mentale, mais également les conséquences sociales de cette incapacité, les efforts nécessaires pour assurer le traitement, les adaptations nécessaires dans la famille et dans l'environnement de l'enfant » (Revue ABD 46 (2) : 7-10, 2003).

Le modèle de l'échelle d'évaluation du handicap repose sur 3 sous-échelles ou piliers :

- * Pilier P1 : « les conséquences physiques et mentales du handicap ou de l'affection » ;
- * Pilier P2 : « les conséquences pour la participation de l'enfant à la vie quotidienne (mobi-

lité, capacité d'apprentissage, hygiène corporelle, etc) » ;

- * Pilier P3 : « les conséquences pour le ménage (traitement médical, déplacements nécessaires, adaptation de l'environnement, etc.) ». Le pilier P3 est la caractéristique originale du modèle : il intègre le poids des contraintes dans la famille.

Chaque pilier donne des points (nombre maximal de points : 6 pour P1 ; 12 pour P2 ; $9 \times 2 = 18$ pour P3). L'importance du P3 est assurée par le fait que son score compte double. Les 3 piliers donnent ensemble au maximum un score de 36 points.

Les contraintes familiales, qui tiennent compte de l'âge de l'enfant, sont envisagées selon 3 rubriques différentes : contraintes dues au suivi d'un traitement à domicile ; contraintes dues aux nécessités de déplacement pour la surveillance ou le traitement réalisé à l'extérieur ; l'adaptation du milieu et des habitudes de vie.

Les catégories et montants des suppléments pour les enfants de 0 à 21 ans atteints d'une affection, d'après la gravité (au 1/9/2010), dans le régime des travailleurs salariés, sont :

- * moins de 6 points dans les trois piliers et 4 points au moins dans le 1^{er} pilier..... € 74,60
- * 6 - 8 points dans les trois piliers et moins de 4 points dans le 1^{er} pilier..... € 99,36
- * 6 - 8 points dans les trois piliers et au moins 4 points dans le 1^{er} pilier..... € 382,73
- * 9 - 11 points dans les trois piliers et moins de 4 points dans le 1^{er} pilier.....€ 231,86
- * 9 - 11 points dans les trois piliers et au moins 4 points dans le 1^{er} pilier .. € 382,73
- * 12 - 14 points dans les trois piliers € 382,73
- * 15 - 17 points dans les trois piliers € 435,19
- * 18 - 20 points dans les trois piliers € 466,28
- * + 20 points dans les trois piliers€ 497,36

Dans le nouveau système, les enfants diabétiques se voient attribuer, le plus souvent, entre 9 et 11 points.

Comment demander le supplément d'allocations ? Il faut « contacter votre caisse d'allocations familiales. La caisse transmet votre demande à la Direction générale Personnes handicapées du Service Public Fédéral (SPF) Sécurité sociale, qui vous remet les formulaires nécessaires. Renvoyez les formulaires complétés au SPF Sécurité sociale. Le service médical du SPF Sécurité sociale invite votre enfant pour un examen. Il communique sa décision à vous-même et à la caisse d'allocations familiales. La caisse d'allocations familiales exécute la décision et vous informe à ce sujet. Le supplément éventuel est payé chaque mois avec les allocations familiales ordinaires, à partir du mois suivant la date mentionnée dans la décision du service médical. Dans certains cas particuliers, le service médical peut prendre sa décision en se basant uniquement

sur les formulaires complétés (complétés en partie par le médecin traitant). Cette décision vaut alors pour un an. Vous pouvez interjeter appel contre la décision auprès du tribunal du travail de votre domicile ».

Bilan des actions de l'INAMI et du SPF **Sécurité sociale en faveur des jeunes diabétiques**

Grâce à l'INAMI (Conventions de rééducation en matière d'autogestion du diabète qui agréent des centres de diabétologie et offrent la gratuité pour les mesures de la glycémie, gratuité des insulines, remboursement partiel des consultations, des examens complémentaires, etc.), le coût du traitement et du suivi par les familles ne dépasse pas, au maximum, 30 à 50 euros par mois (aiguilles pour stylos qui seront peut-être gratuites en 2011, seringues, tampons désinfectants, « tickets modérateurs », déplacement vers un centre de diabétologie pédiatrique).

Par ailleurs, la réforme des allocations familiales majo-



rées permet d'octroyer des allocations non plus seulement en fonction d'un handicap physique ou mental, mais également d'après les conséquences sociales, les efforts nécessaires pour assurer le traitement, les adaptations nécessaires dans la famille et dans l'environnement de l'enfant. Toutefois, dans la majorité des cas des enfants en âge scolaire les allocations familiales majorées dépassent nettement les coûts réels à charge des familles ayant un enfant diabétique. Peut-être vaudrait-il mieux, sur un plan économique, rembourser les frais du traitement à 100% y compris le déplacement vers un centre de diabéto-

logie pédiatrique conventionné.

Une autre source de dépenses publiques inutile est l'usage trop fréquent, dans certains centres de diabétologie, de pompes à insuline qui sont loin d'être la panacée (on ne peut pas prouver de meilleurs résultats, loin de là, en terme d'hémoglobine glyquée, comme le démontre l'étude belge, dans les centres de diabétologie pédiatrique, de l'Institut Scientifique de Santé Publique). Les centres qui recourent aux pompes reçoivent, par patient, un supplément, par rapport au forfait de la convention de diabétologie pédiatrique (**tableau 4** : 162,77 €), de 148,97 €. Donc un patient sous pompe coûte à l'INAMI 311,74 € par mois !

Nous pouvons être fiers de ce système démocratique, parfois trop généreux, de sécurité sociale nationale belge qui doit permettre d'éviter les complications du diabète, très onéreuses sur les plans humain et financier, et qui offre à tous le meilleur traitement possible... pour qui le veut.

Complications

Complications dues à un mauvais contrôle glycémique : yeux, nerfs, reins, etc

Il a été montré que le dépistage des complications, à un stade subclinique extrêmement débutant (avant l'apparition de lésions irréversibles), devait se faire dès la puberté et après 3 ans de diabète, par des méthodes sensibles (Revue ABD 36 (4) : 13 – 18, 1993).

La rétinopathie doit être recherchée par angiographie à la fluorescéine ou, au moins, par photographies du fond d'œil (et non par un simple examen visuel du fond d'œil), la neuropathie par mesure des vitesses de conduction – pas une douloureuse électromyographie – dans les nerfs moteurs et sensibles plutôt qu'avec un marteau à réflexes, un diapason, une aiguille, etc. , la néphropathie par dosage de la micro-albuminurie (et non pas avec une bandelette urinaire pour l'albumine).

A ce stade très précoce de perturbation fonction-

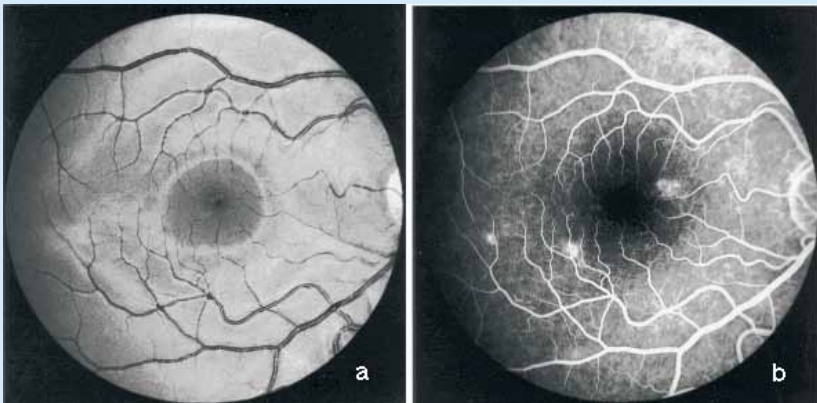
nelle, avant l'installation de lésions irréversibles, les anomalies sont encore réversibles par l'amélioration des glycémies, ce qui est motivant pour le patient et le médecin... Il est important de pouvoir dire au patient : « tu ne te plains de rien, mais comme tu le vois sur cette photographie, il y a 3 fuites de fluorescéine à l'œil gauche, invisibles au simple fond d'œil (**Fig 9**), qui disparaîtront si tu améliores tes glycémies, autre-

ment ceci évoluera vers des problèmes de vision ». Mêmes messages pour le ralentissement des vitesses de conduction nerveuse et une micro-albuminurie anormale. Seul ce dernier examen est généralement effectué par les diabétologues pédiatres.

Un chapitre spécial est consacré aux complications. Il est primordial de répéter que toutes les complications microangiopathiques du diabète sont

Figure 9.

Chez ce sujet diabétique, alors que la simple photographie du fond d'œil, pourtant réalisée avec un filtre spécial, est normale (a), l'angiographie fluorescéinique met en évidence 3 fuites de fluorescéine (b), témoignant d'une augmentation anormale de la perméabilité des vaisseaux sanguins avant toute lésion irréversible.



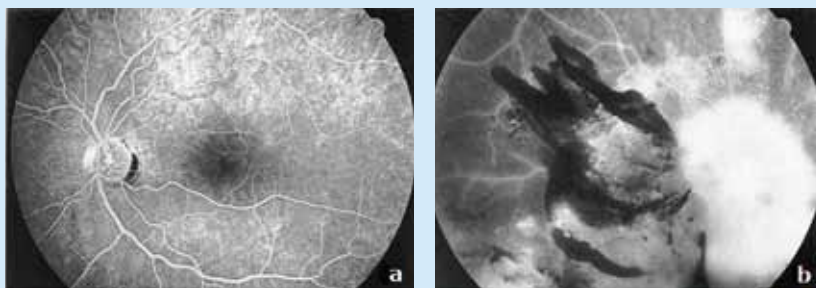


Figure 10.

Angiographie fluorescéinique chez des jumeaux vrais à l'âge de 31 ans, après 23 ans de diabète. Celui qui a toujours eu une bonne hémoglobine glyquée n'a que très peu d'anomalies (a), alors que celui qui a maintenu des glycémies trop élevées a développé une atteinte gravissime des yeux avec perte de la vision (b).

liées à l'excès de sucre dans le sang pendant des années et sont donc évitables. La **figure 10** compare, à l'âge de 31 ans, l'examen du fond d'œil par angiographie fluorescéinique, chez des jumeaux vrais, devenus tous deux diabétiques à l'âge de 8 ans. La seule différence est que l'un avait toujours obtenu une bonne hémoglobine glyquée (environ 7 %) alors que l'autre avait trop fréquemment de mauvais résultats (environ 9 %). Le premier a de très discrètes anomalies (a), tandis que le deuxième a déve-

loppé une rétinopathie proliférante avec saignement à l'intérieur de l'œil, empêchant la vision (b).

Problèmes pouvant être associées au DT1

Développement staturo-pondéral

Il n'y a pas de problème de croissance si les doses d'insuline sont suffisantes et si l'alimentation est normale. En revanche, on note trop souvent un surpoids, récemment décrit dans la Revue de l'ABD (53 (6) : 6-9, 2010).

Compétences émotionnelles : influence sur l'HbA1c

Dans le cas d'une affection chronique comme le diabète, il faut être rigoureux dans les soins, capable d'adaptation rapide aux changements de la maladie et pouvoir anticiper les conséquences de choix de vie sur la santé et le bien-être à venir. Mieux comprendre et gérer les émotions est un atout pour mieux comprendre et maîtriser la maladie. Le stress et les expériences de vie difficiles peuvent rendre plus vulnérable. Les émotions vécues tous les jours font varier le taux de glucose sanguin. Depuis une dizaine d'années, la psychologie de la santé s'intéresse fortement aux compétences émotionnelles, c'est-à-dire :

- La compréhension de ses émotions et de celles d'autrui
- La capacité à exprimer ses émotions de manière appropriée au contexte et à la culture
- La capacité à gérer ses émotions

- La capacité à utiliser de manière adéquate l'information contenue dans les émotions pour atteindre ses buts

Il a été montré que les enfants diabétiques qui avaient de meilleures compétences émotionnelles obtenaient aussi un meilleur équilibre glycémique. Un moyen pour aider l'enfant à améliorer ses compétences émotionnelles est de lui apprendre le vocabulaire pour dire et reconnaître ses émotions et celles des autres.

Adolescence et rejet de la maladie

L'enfant diabétique et ses parents ne sont jamais « en congé » de la maladie. Les personnes diabétiques peuvent être aussi compétitives sur les plans intellectuel et physique que leurs pairs non-diabétiques, mais il faut adapter soi-même, tous les jours, l'insuline et l'alimentation pour garder des glycémies proches de la normale, dans la crainte à court terme des hypoglycémies, et à long terme de complications en cas d'hy-

perglycémie chronique. Le stress fait monter la glycémie.

A l'adolescence, le diabète peut devenir l'enjeu d'importants conflits familiaux. Certains parents se montrent hyperprotecteurs envers l'adolescent et redoutent toute autonomie ou émancipation. L'adolescent se braque alors contre l'autorité parentale trop envahissante en ne respectant plus les consignes du traitement.

D'autres adolescents banalisent et dénie l'importance du traitement et les risques de complications

de la maladie. D'autres encore refusent catégoriquement d'évoquer leur vécu et répriment tout affect en rapport avec le diabète.

Maladies auto-immunes

Le DT1 est une maladie auto-immune et, à son début, on trouve dans le sang des anticorps contre les cellules bêta qui fabriquent l'insuline dans le pancréas. Chez les enfants avec un DT1, on diagnostique parfois d'autres maladies auto-immunes.

La maladie cœliaque ou intolérance au gluten qui se trouve dans certaines céréales (seigle, avoine, orge, blé) peut provoquer une malabsorption intestinale et des carences alimentaires. Elle est due à l'aplatissement des villosités intestinales par un phénomène auto-immun. On la diagnostique chez 1 à 10% des enfants et adolescents diabétiques. Elle est souvent asymptomatique. Son dépistage est notamment basé sur la détection d'anticorps dans le sang et le diagnostic de certitude recourt à une biopsie intestinale au cours d'une fibros-



copie œso-gastro-duodénale. Cet examen consiste à faire passer par la bouche un tuyau souple. Le traitement est un régime sans gluten. Le riz, le soja, le maïs, la pomme de terre et le sarrasin sont autorisés.

L'hypothyroïdie, due à une thyroïdite auto-immune, apparaît chez 3 à 8% des enfants et adolescents diabétiques. Les hormones thyroïdiennes maintiennent la température du corps et contrôlent la façon dont l'organisme dépense l'énergie. Le diagnostic est fait par le dosage d'anticorps dans le sang et des hormones thyroïdiennes. Le traitement, facile, est substitutif.

Lipodystrophies ou boules de graisses aux endroits d'injection de l'insuline

Si on injecte l'insuline toujours aux mêmes endroits, on provoque ces lipodystrophies qui rendent trop variable la résorption de l'insuline avec, pour conséquence, une instabilité glycémique. C'est très fréquent, certainement chez plus de 50% des sujets. Or, c'est évitable.

Prévention et guérison du DT1

Prévention par élimination des facteurs d'environnement qui déclenchent le phénomène auto-immun de destruction des cellules bêta

Le seul facteur prouvé est la rubéole congénitale ; on vaccine tous les enfants. Les autres facteurs (viraux : entérovirus ?, nutritionnels : nitrates, nitrites, nitrosamines ?, certaines protéines du lait de vache ?, gluten ?, carence en vitamine D ?) sont potentiels. Il est prudent de conseiller un allaitement maternel exclusif (ou l'usage de laits très hydrolysés) pendant les premiers mois de vie si la mère ou le père ont un DT1 et des suppléments de vitamine D. La carence en vitamine D est très élevée en Belgique. Elle favoriserait aussi l'insulinorésistance, l'hypertension artérielle, les maladies cardiovasculaires, etc .

L'accélération de la destruction des cellules bêta se produit en cas de surcharge d'activité par exemple lors d'une croissance et d'un

gain de poids trop rapides dans la petite enfance. Ceci expliquerait pourquoi le DT1 apparaît à un âge de plus en plus jeune.

Essai pour freiner la destruction des cellules bêta au début du diabète dans le cadre du Registre Belge du Diabète (RBD)

Le diabète de type 1 est le résultat d'une diminution importante du nombre de cellules bêta productrices d'insuline. Les cellules bêta sont détruites par un type particulier de globules blancs. Dans une étude expérimentale, un anticorps anti-CD3 a été développé pour bloquer ces globules blancs au début du diabète



et les désarmer afin qu'ils ne soient plus capables de détruire les cellules bêta. On a pu constater une baisse hélas ! transitoire des besoins en insuline . La recherche se poursuit.

Essai de guérison dans le cadre du RBD

Des transplantations de cellules bêta, provenant de cadavres, ont été réalisées chez un petit nombre de patients avec un DT1. Certains patients ont été capables de produire de l'insuline pendant une période variable, mais limitée, sans compter les effets secondaires des immunosuppresseurs pour freiner le rejet.

Puisqu'il y a toujours un manque de cellules de donneurs humains, les chercheurs étudient également si des cellules bêta d'autres origines - comme par exemple des cellules souches - peuvent être produites en laboratoire. Une autre possibilité est de prélever des cellules bêta des fœtus de porcs. Les premiers résultats sont prometteurs mais nécessitent plus de recherches.

Conclusion

Ni la prévention ni la guérison du DT1 ne peuvent être pronostiquées à court et sans doute pas à moyen termes.

En Belgique, grâce à l'INAMI, le meilleur traitement du DT1 est accessible à tous sans quasiment de barrière financière.

Toutes les complications du DT1, comme du DT2, sont évitables à condition de maintenir au fil des années une hémoglobine glyquée inférieure à 7%. Ceci est possible chez tous les jeunes diabétiques à condition de bénéficier d'une éducation adéquate à l'autogestion du diabète, ce qui prend du temps, et de suivre les bonnes recommandations. On sera alors en parfaite santé pour le jour imprévisible où on guérira le diabète.

Ceux qui veulent en savoir plus sur le diabète des enfants et des adolescents peuvent consulter :

- La diabétologie pédiatrique. Revue Médicale de Bruxelles 2010 ; vol 31 ; n°2 (suppl). [Accessible sur la toile : <http://www.huderef.be/fr/med/diabeto>]
- Clinical practice consensus guidelines 2009 of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD). Pediatric Diabetes 2009 ; vol 10 ; suppl. 12 [Accessible sur la toile : <http://www.ispad.org>]
- Les cahiers et les dossiers de l'Aide aux Jeunes Diabétiques (AJD) à Paris. [Accessibles sur la toile : <http://www.diabete-france.net>]