

# Type 1 diabetes:

## normale voeding en insulineschema's

Harry Dorchy\*

### Samenvatting

Omdat vele recente studies aantonen dat de behandeling van diabetes bij kinderen, zelfs in de geïndustrialiseerde landen zonder financiële beperkingen, over het algemeen onvoldoende is en aanleiding geeft tot te hoge spiegels van geglyceerd hemoglobine, de bron van complicaties op middellange en lange termijn, zouden de diabetologie teams zich, zonder vooroordelen of biases, moeten afvragen wat de redenen zijn van hun mislukkingen. De "goede" behandeling verzekert een goede HbA1c en een optimale levenskwaliteit. Ze moet voor iedereen "op maat" zijn, zonder dogmatisme. De voeding moet dezelfde zijn van deze van kinderen zonder diabetes, maar aangepast aan het gekozen insulineschema. Een systeem met 2 injecties van een individueel aangepast mengsel van insulines in een spuit is gemakkelijker te controleren bij kinderen, mits een correcte spreiding van de 6 dagelijkse maaltijden. De basale-prandiale insulinothérapie, met 4 injecties of meer met injectiepen, laat meer vrijheid toe in de voeding bij adolescenten en jonge volwassenen, maar is moeilijker te controleren.

### Doelstellingen van de behandeling en objectieve kwaliteitsmarker

#### Welzijn en afwezigheid van complicaties

De behandeling van diabetes moet de jonge diabeticus toelaten om een zo competitief mogelijk leven te leiden op intellectueel en fysiek vlak en op het vlak van de levenskwaliteit (1, 2). De doelstelling op lange termijn is de ontwikkeling van vasculaire, renale, neurologische enz. complicaties te voorkomen.

**Keywords: type 1 diabetes– diabetic children – nutrition – glycosylated haemoglobin – insulin therapy**

Een goede "controle" van de diabetes, met name het behoud van de glycemie in de buurt van de normale zone, kan de ontwikkeling van deze potentieel invaliderende complicaties voorkomen of, in elk geval, vertragen (3, 4). Ze zijn zeer uitzonderlijk aanwezig voor de puberteit, maar vanaf de leeftijd van 12-13 jaar, en na 3 jaar diabetes, moet men ze beginnen opsporen in het subklinisch stadium van vroegtijdige functionele stoornissen, die voorafgaan aan de ontwikkeling van de definitieve letsels (5). In dit beginstadium, zijn ze vaak reversibel door een verbetering van de controle, wat een extra argument is om ze aan te tonen met gevoelige methodes (retinopathie met fluoresceïne angiografie, neuropathie door meting van de motorische en sensibele geleidingssnelheden, nefropathie door dosering van de micro-albuminurie). Het opsporen van deze beginnende complicaties verhoogt de motivatie van de patiënt en de geneesheer om te streven naar een optimale glycemie.

**Het is absoluut noodzakelijk dat jonge diabetici zich inspannen om een optimale glycemiecontrole te bekomen vanaf het begin van hun ziekte, wat "objectief" te evalueren is door tweemaandelijks doseringen van het geglycosyleerd of geglyceerd hemoglobine.**

#### Kwaliteit van de zorgverlening en geglyceerd hemoglobine

Het is absoluut noodzakelijk dat jonge diabetici zich inspannen om een optimale glycemiecontrole te bekomen vanaf het begin van hun ziekte, wat "objectief" te evalueren is door tweemaandelijks doseringen van het geglycosyleerd of geglyceerd hemoglobine (HbA1c). We hebben aangetoond dat het, in een niet-geselecteerde populatie van jonge diabetici, buiten de periode van partiële remissie, mogelijk is om een

\* *Kliniek Diabetologie, UKZKF, Brussel, ULB*

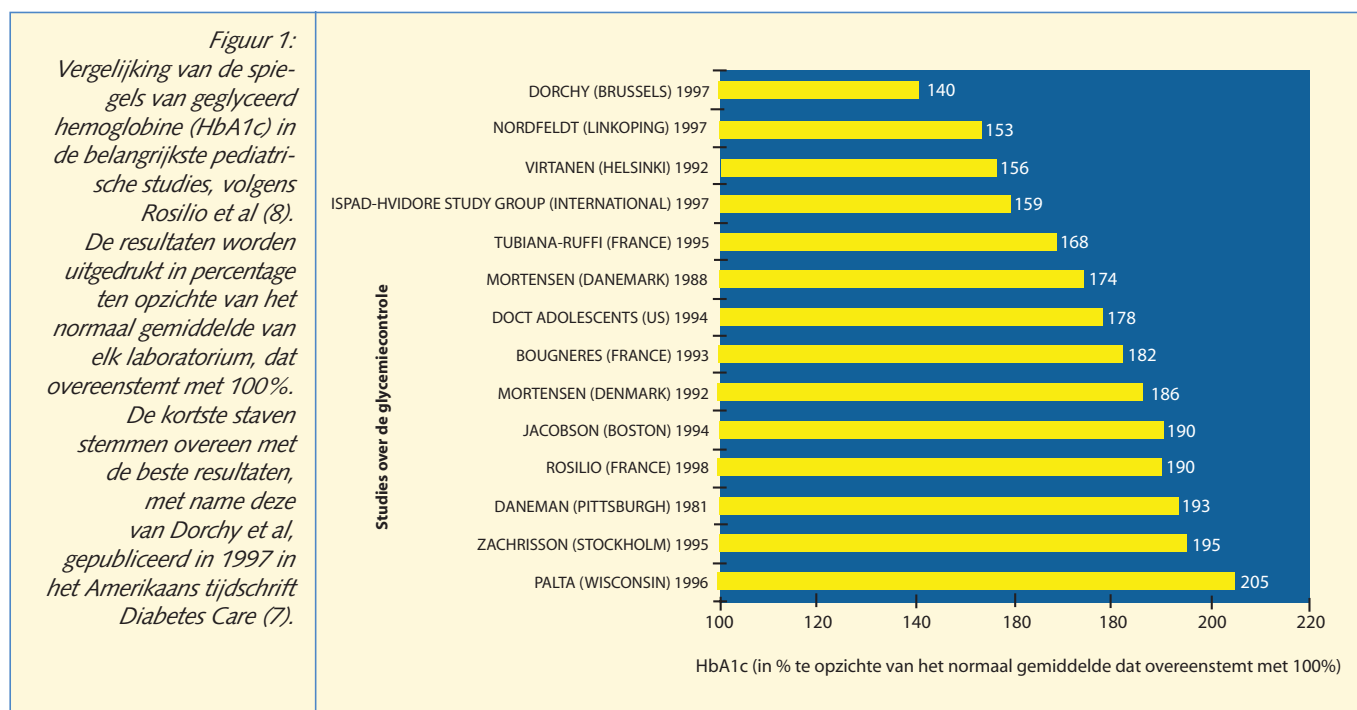
gemiddelde HbA1c van ongeveer 7% te bekomen, hoewel de bovengrens van de normale waarden ligt rond de 6% (6, 7). In een vergelijkende tabel over de glycemiecontrole in de belangrijkste pediatrie studies sinds 1981, die gepubliceerd werd door Rosilio et al. in het Amerikaans tijdschrift *Diabetes Care* (8), blijkt dat de beste resultaten, in termen van HbA1c, bekomen werden door ons team (**Figuur 1**). Dit wordt bevestigd in een internationale vergelijking die tweemaal werd uitgevoerd, de eerste maal in 1995 bij diabetische kinderen van 0 à 18 jaar uit 22 kinderdiabetologische centra van 18 geïndustrialiseerde landen van Europa, Noord-Amerika en Japan, en een tweede maal in 1998 bij adolescenten met diabetes van 11 à 18 jaar uit 21 diabetologie centra van 17 landen onder de 18 van de vorige studie, aangezien het Amerikaans centrum forfait gaf (9-12). **Figuur 2** toont de resultaten bij adolescenten die aanzien worden als een populatie waarin het moeilijker is om een glycemie-evenwicht te bekomen, wat niet het geval is bij onze adolescenten (**Figuur 1**). Een goed glycemie-evenwicht is overigens synoniem voor een betere levenskwaliteit (1, 2) en gaat niet noodzakelijkerwijs gepaard met meer episoden van ernstige hypoglycemieën (11).

Het heeft geen zin, en is zelfs gevaarlijk voor de toekomst van jonge diabetici om een dergelijke insulinebehandeling en een dergelijk "dieet" voor te stellen zonder zich te vergewissen van hun succes door de constante meting van de HbA1c. De "goede" behandeling van diabetes is deze die de hoger vermelde doelstellingen bereikt, dus een HbA1c beneden de 7% (als de bovengrens van de normale waarden 6% is) zonder ernstige hypoglycemieën, ongeacht de gebruikte methode,

## Belang van het duo insuline -voeding

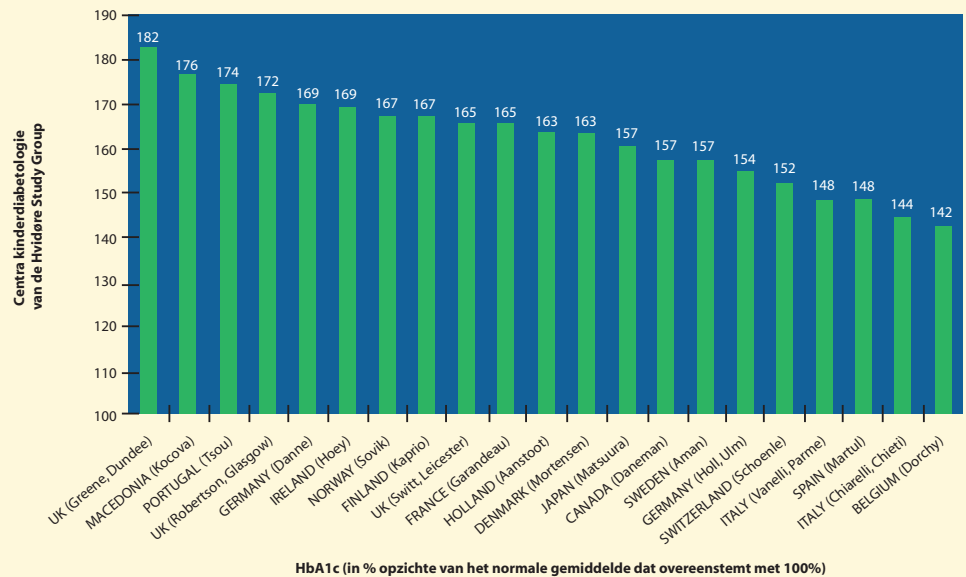
Er bestaat geen "diabetesdieet" meer voor kinderen en adolescenten met type 1 diabetes. De voeding moet normaal zijn en de aanbevelingen volgen die gegeven worden voor personen zonder diabetes. Ze mag dus voor alle gezinsleden identiek zijn. Sommige dieetrichtlijnen hebben meer tot doel om de incidentie van obesitas, atherosclerose, cardiovasculaire ziekten, arteriële hypertensie enz. te verminderen dan om het glycemie-evenwicht te verbeteren. Het dieet van diabetes is niet te dissociëren van een goed opgevolgd insulineschema. In het systeem van een insulinetherapie met 2 dagelijkse injecties van een mengsel van insulines met snelle en intermediaire werking, moet men sommige tijdschema's respecteren en de voeding verdelen over 6 maaltijden parallel aan het werkingsprofiel van de insulines (**Figuur 3**): de voeding is aangepast aan de insulines. Als men een volledige vrijheid wil in het tijdschema en de hoeveelheden van de maaltijden, moet men het basaal-prandiaal systeem overwegen dat beter de fysiologie nabootst (**Figuren 5 en 6**): aan een basisinsuline dat men nodig heeft zonder te eten, voegt men injecties toe, bij elke maaltijd, van een snelle of ultrasnel werkende insuline, te kiezen in functie van het interval tussen 2 injecties. De 2 methoden kunnen even goede resultaten geven in termen van HbA1c (6, 7, 9-12). Als men een strikt schema wil voorschrijven, heeft het geen zin om  $\geq 4$  injecties insuline per dag op te leggen.

met name 2 of  $\geq 4$  insuline-injecties per dag. Ze moet vrij zijn van enig dogmatisme en van autoritaire beweringen zonder enig bewijs; men kan een goede HbA1c bekomen met 2 of 4 injecties per dag op voorwaarde dat men goede richtlijnen geeft (rol van een competent multidisciplinair team) die opgevolgd worden (rol van de patiënt en zijn familie) (6, 7, 13-16). De behandeling is individueel en moet aangepast worden aan de ziekte, aan de patiënt, aan de familiale situatie en aan de culturele of etnische tradities.



*Figuur 2:*

*Vergelijking van de spiegels van geglyceerd hemoglobine (HbA1c) in de tweede studie van de Hvidøre Study Group die betrekking had op 2.101 adolescenten van 11 tot 18 jaar, afkomstig van 21 kinderdiabetologische centra van 17 landen. De resultaten worden uitgedrukt in percentage ten opzichte van het normaal gemiddelde (5,4%; spreidingen: 4,4-6,3%) van het centraal laboratorium (Steno Diabetes Center, Gentofte, Denemarken), dat overeenstemt met 100%. De kortste staven stemmen overeen met de beste resultaten, met name deze van het Brussels team.*



## Dieetrichtlijnen

### Normale en flexibele voeding

De principes van een optimale voeding van diabetische kinderen waren steeds controversieel, meer gebaseerd op beweringen a priori dan op een echt wetenschappelijke argumentatie (14). Er werden vele dieetschema's voorgesteld, al te vaak als dogma's zonder enig bewijs omdat het jaren duurt vooraleer men de impact kan meten van een therapeutische beslissing op de prevalentie van complicaties, a fortiori in een multifactoriële context. De dieetaanbevelingen hadden nu eens betrekking op de calorie-, gluciden- of lipidenbeperking, of omgekeerd op de toepassing van een proteïne-, lipiden- glucidenrijk dieet. Het vrij, zelfs anarchisch dieet werd geplaatst tegenover een restrictief en gewogen dieet.

Sinds enkele jaren, is de tendens van een min of meer ernstige glucidenbeperking en van de bepaling van de ingesta van de ene dag tot de andere praktisch verlaten. Het voedingscomité van de "American Diabetes Association" stelde, een vijftiental jaar geleden, aanbevelingen in die zin op (17), waarin bekrachtigd werd wat sommige kinderdiabetologen, vooral Lestradet en wijzelf (18, 19), reeds lange tijd aanbevelen, aan de hand van klinische studies. Momenteel aanvaardt men dat diabetische kinderen dezelfde voeding moeten krijgen als kinderen zonder diabetes, in hoeveelheid, kwaliteit en flexibiliteit. De "International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes" (ISPAD) publiceerde in 2000 richtlijnen in verband met alle aspecten van de behandeling van jonge diabetici, inclusief voor de voeding (20). Een uitgebreid overzicht over de voeding bij de behandeling van diabetes en de preventie van de complicaties werd zopas gepubliceerd (21). Kinderen met diabetes moeten een normaal energieaanbod krijgen voor hun leeftijd en hun geslacht, dat varieert in functie van hun fysieke activiteit. De ideale verdeling van de nutriënten, tussen

gluciden, lipiden, proteïnen is respectievelijk 55 zelfs 60 à 70% voor sporters (waarvan minder dan 10% gewone suikers), 30% (waarvan minder dan 10% verzadigde vetten, minder dan 10% poly-onverzadigde vetten; 10 à 15% mono-onverzadigde vetten), en 10 à 13% (met een verhouding dierlijke/plantaardige eiwitten van 1) van het totaal energieaanbod. De "mediterrane" voeding wordt als model gesteld (22). Ze is vooral gebaseerd op het gebruik van zetmeelhoudende stoffen, rijk aan vezels (granen, peulvruchten enz.), groenten, fruit, yoghurt, vis en olijfolie.

**De "goede" behandeling van diabetes is deze die voldoet aan de hoger vermelde doelstellingen, waaronder een HbA1c van minder dan 7%.**

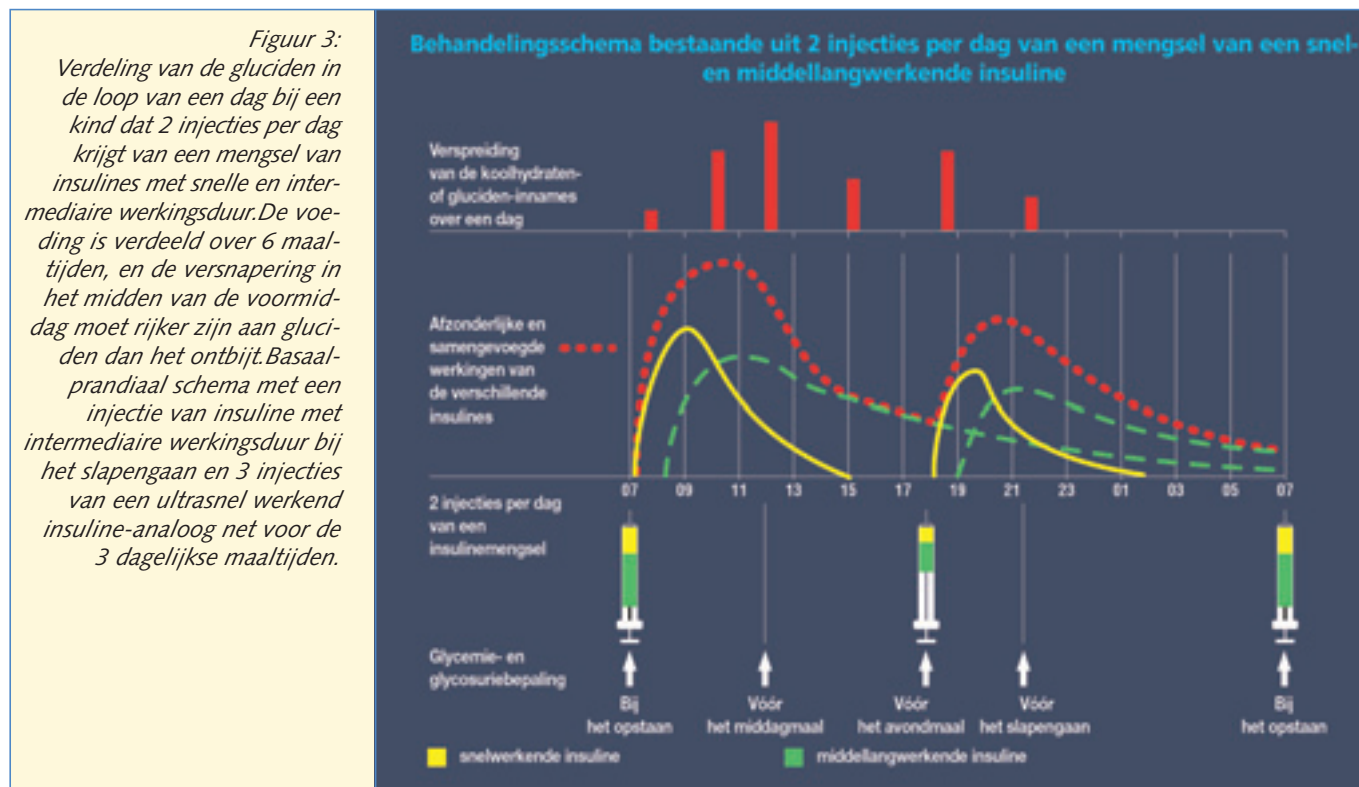
In de praktijk is het moeilijk om zich te houden aan de principes van een normale voeding. Dit vereist een individuele opleiding, eerder kwalitatief dan kwantitatief, van het diabetische kind en zijn familie door een multidisciplinair team met onder andere een ervaren diëtist. Het voorschrijven van een streng dieet is inefficiënt op het vlak van de glycemiecontrole en zet, integendeel, aan tot afwijkende voedingsgedragingen.

### Voedingsanamnese en onevenwichtige voeding

Om de voedingsgewoonten van diabetische kinderen in België te bepalen, voerden we verschillende studies uit in de jaren '70 (23); hieruit bleek dat hun voeding vergelijkbaar was met deze van Belgische kinderen zonder diabetes, met name lipidenrijk en glucidenarm. In 1996 stelden we, via gedetailleerde voedingsanamnesen gedurende 7 dagen, bij diabetische

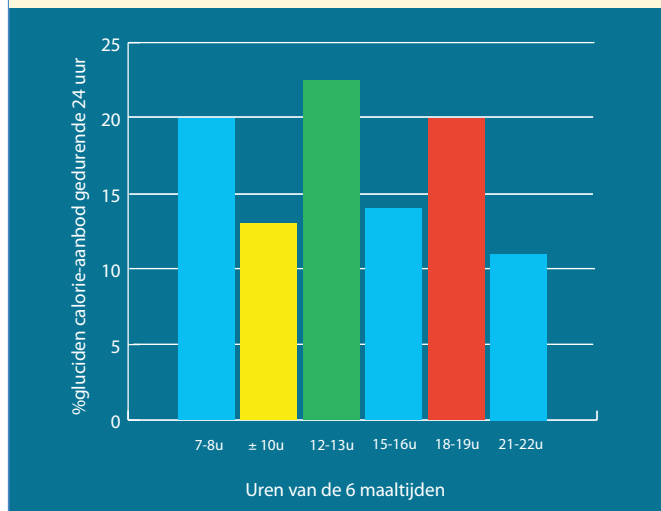
kinderen van 7 tot 14 jaar (24,25) vast dat de situatie niet veel verbeterd was. Hun voeding is eiwitrijk ( $\pm 18\%$  van het totaal calorieaanbod, met teveel dierlijke eiwitten), lipidenrijk ( $\pm 38\%$  van het totaal calorieaanbod, met teveel verzadigde vetten ( $\pm 15\%$ ), maar veel te weinig poly-onverzadigde vetten ( $\pm 7\%$ )) en glucidenarm ( $\pm 44\%$  van het totaal calorieaanbod met veel te weinig complexe gluciden ( $\pm 27\%$ )). Dit is te wijten aan de "suikervrees", die verankerd zit in het onderbewustzijn van diabetische patiënten en hun ouders, ondanks een diëetvoorlichting die een normale voeding aanbeveelt.

eieren), waardoor de verhouding calcium/fosfor te veel daalt, afgezien van het feit dat de calciumbehoefte niet voldaan zijn van 11 tot 14 jaar. De ijzerbehoefte zijn bijna gedekt als gevolg van een hoog verbruik van vlees. De magnesiumbehoefte zijn voldaan, op voorwaarde dat er geen verlies is als gevolg van een aanzienlijke glucosurie (26). Het aanbod aan vitamines A, B en C is conform de aanbevelingen. Maar men zag een afname van vitamine C in het bloed in geval van micro-albuminurie, ongetwijfeld door het renaal verlies (27). In afwezigheid van zon, is er een tekort aan vitamine D.



Wat de verdeling van de gluciden in de loop van een etmaal betreft, merkt men, bij de insulinetherapie met 2 injecties per dag (Figuur 4), een "gat" in de gluciden bij de versnapering in het midden van de voormiddag die nochtans samenvalt met de werkingspiek van de snel werkende insuline; dit verklaart

*Figuur 4: Verdeling van de gluciden in de loop van de dag bij 33 diabetische kinderen van 7 tot 14 jaar (24). De versnapering in het midden van de voormiddag is te arm aan gluciden in vergelijking met het ontbijt (cf. Figuur 3).*



**De ideale verdeling van de nutriënten, tussen gluciden, lipiden, proteïnen is respectievelijk 55, zelfs 60 à 70% voor sporters, 30%, en 10 à 13% van het totaal energieaanbod.**

de hypoglycemieën aan het eind van de voormiddag (Figuur 3). Een tekort aan vezels is duidelijk te wijten aan een te gering verbruik van fruit, groenten, granen en volkorenbrood. Het aanbod aan natrium is te groot (chips, charcuterie, kazen, toegevoegd zout). Dit geldt ook voor fosfor (vlees, vis en



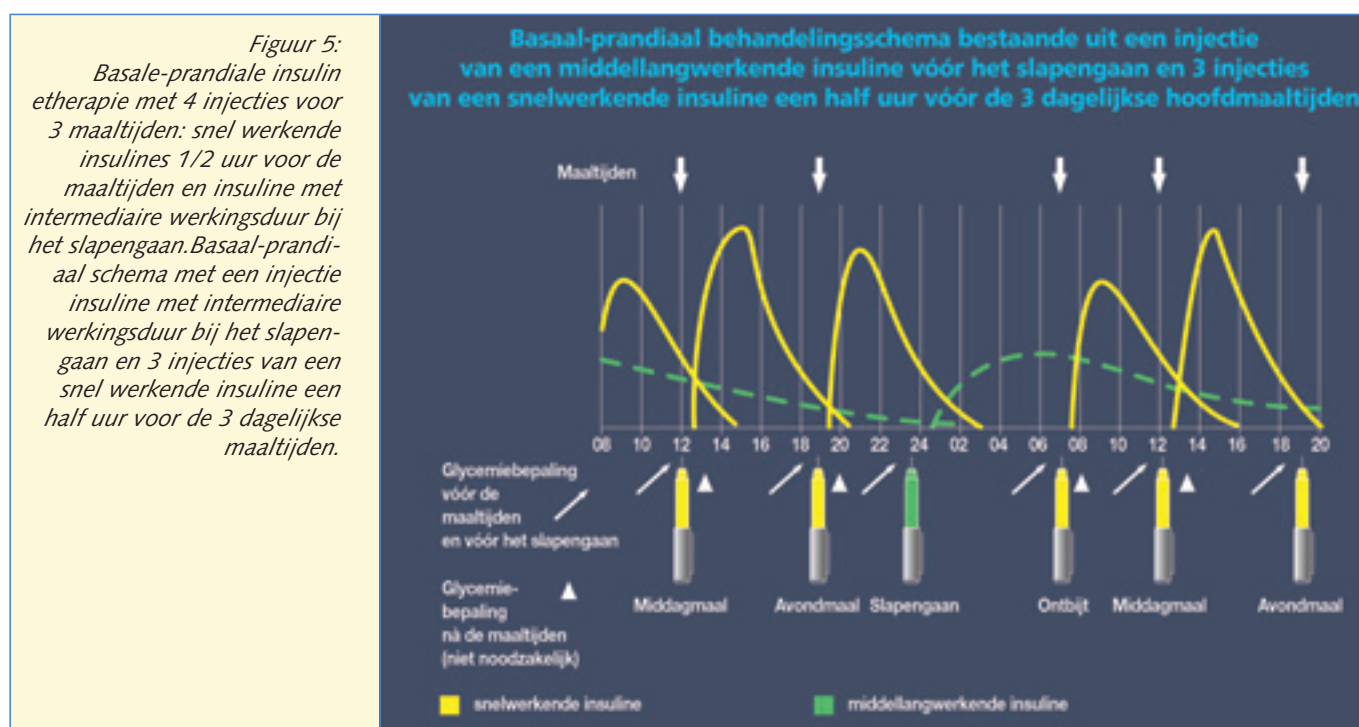
Bij diabetici, is de toepassing van de richtlijnen des te belangrijker aangezien de complicaties van diabetes kunnen verergerd zijn door een overmaat aan verzadigde vetten (atherosclerose), dierlijke eiwitten, fosfor, kalium (nierinsufficiëntie), natrium (hypertensie), of door een tekort aan vezels (hyperglycemie en hypercholesterolemie), magnesium (vermoeidheid, paresthesieën), calcium en vitamine D (osteopenie).

In werkelijkheid, is het precies omgekeerd! De verklaring is dat de gevoeligheid van de musculaire insulinerceptoren en de activiteit van GLUT 4 toenemen bij inspanning, wat niet het geval is voor de hepatische insulinerceptoren. Bovendien, beheerst men noch de glycogenolyse, noch de neoglucogenese die beïnvloed zijn door de 4 hyperglycemieërende hormonen (catecholamines, glucagon, cortisol, groeihormoon), noch het relatief verbruik van glucose en vrije

### Geïndividualiseerde dieetopleiding aangepast aan de zeden en de gewoonten

Op praktisch vlak, leert men de jonge diabetici en hun familie eerst de werking van de insulines en de werking van hun insulineschema (2 injecties per dag, versus  $\geq 4$ ) (15, 16, 28), en daarna de principes van een normale en evenwichtige voeding, door hen vertrouwd te maken met het kwalitatief

Tot aan de adolescentie, en zelfs tot aan het eind van het secundair onderwijs, zolang als het leven regelmatig is, is het mogelijk om een "goede" glycemiecontrole te bekomen met 2 injecties per dag van een mengsel van insulines type 1 en 2.



en kwantitatief aspect van de voeding (23, 29-31). Men maakt meer gebruik van beeldmateriaal dan van cijfers. In functie van de resultaten van een voedingsanamnese gedurende meerdere dagen, wijzigt men eventueel de familiale voedingsgewoonten.

De voedingsschema's ("meal planning") en de uitwisselingslijsten ("exchange lists") zijn anti-fysiologisch, aangezien er geen simplistische vaste verhouding bestaat tussen x eenheden insuline en de metabolisatie van y gram glucose. Sommigen stellen arbitrair 1 eenheid insuline per 15-20g gluciden voor. Als dit het geval was, zou men de dosis insuline moeten verhogen bij een fysieke inspanning!

vetzuren bij spierarbeid, noch de stress, noch andere mechanismen die buiten onze controle staan! Tussen anarchie en voedingstotalitarisme, is er de mogelijkheid van een beredeneerde keuze van de voedingsmiddelen; deze impliceert een intensieve opleiding om inzicht te krijgen in de mechanismen van het glycemie-evenwicht, de samenstelling en de resorptiesnelheid van de voedingsmiddelen, de meermaal daagse aanpassing van de insulinedosissen door de patiënt en/of zijn ouders. Het verwerven van dit "redelijk" dieet vereist ook een socio-culturele aanpassing van de families. Het is evident dat de voedingsgewoonten van maghrebijnse families anders zijn dan deze van de Belgen en dat men deze moet respecteren.

## Keuze van het dagelijks aantal injecties

### 2 insuline-injecties per dag

Tot aan de adolescentie, en zelfs tot aan het eind van het secundair onderwijs, zolang als het leven regelmatig is, is het mogelijk om een "goede" controle van de glycemie te bekomen met 2 injecties per dag van een mengsel van insulines

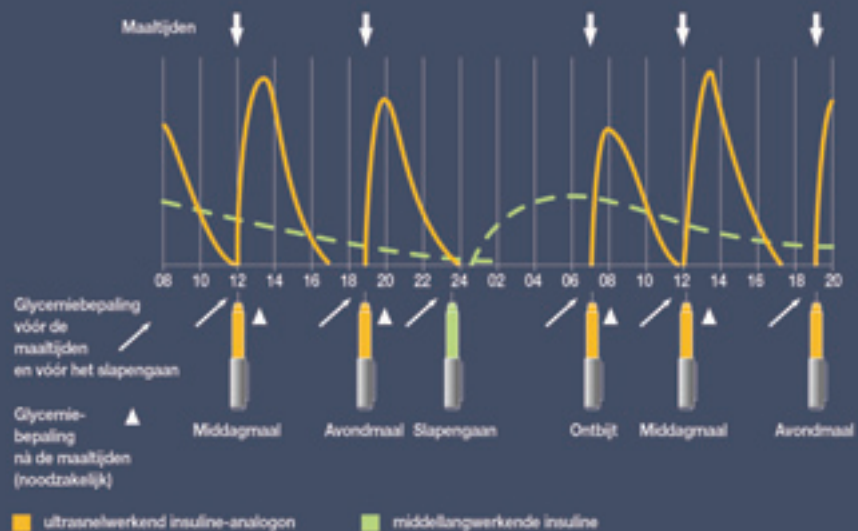
In het systeem met 2 injecties, is het de verdeling van de gluciden over de 6 maaltijden die primordiaal is. Ze moet een curve beschrijven die parallel is aan de curve van de insuline-activiteit in het bloed, die de resultante is van de individuele effecten van alle geïnjecteerde insulines.

de maaltijden, kan men proberen om de insuline type 1 te vervangen door een analoog met ultrasnelle werking (werking 2 maal sneller, maar 2 maal minder lang); hierbij moet men er echter rekening mee houden dat zijn werkingsduur ook korter is, wat een risico kan bieden op hyperglycemie 3 à 4 uur later.

Dit systeem met 2 injecties per dag verplicht een regelmaat in het tijdschema van de injecties en de maaltijden, alsook een verdeling van de gluciden over 6 maal, 3 klassieke maaltijden en 3 "versnaperingen", die overeenstemmen met het werkingsprofiel van de gebruikte insulines. Maar deze verplichtingen zijn compatibel met een gewoon schoolleven: injecties voor het vertrek naar school en bij de terugkeer; versnaperingen tijdens de speeltijden en bij het slapengaan. Het is bijzonder goed aangepast aan Belgische families, aangezien het avondmaal vaak vrij vroeg genomen wordt, tussen 18 en 19u.

*Figuur 6: Basale-prandiale insuliner therapie met 4 injecties voor 3 maaltijden: ultrasnel werkende insuline net voor de maaltijden en insuline met intermediaire werkingsduur bij het slapengaan. Schema met 2 injecties per dag van een mengsel van insulines met snelle werking en intermediaire werkingsduur.*

**Basaal-prandiaal behandelingsschema bestaande uit een injectie van een middellangwerkende insuline vóór het slapengaan en 3 injecties van een ultrasnelwerkend insuline-analoog juist vóór de 3 dagelijkse hoofdmaaltijden**



type 1 (snelle werking: begin van werking, 1/2u na de injectie; piek, 2 à 3u; einde, 6 à 8u) en 2 (intermediaire werkingsduur: begin van werking, 1 à 2u; gespreide piek, 4 à 12u; einde, 20 à 24u), 1/2h voor het ontbijt en het avondmaal, waardoor in het bloed insulinepieken worden uitgelokt op het moment van de 2 hoofdmaaltijden (**Figuur 3**). De standaardmengsels ("gebruiksklaar") van insulines, in cartouches voor al dan niet wegwerpbare injectiepen, hebben weinig nut bij het systeem met 2 injecties per dag, omdat de individueel aangepaste mengsels in een spuit, die de patiënt zelf uitvoert, beter beantwoorden aan de fluctuerende en specifieke behoeften van elke patiënt, dankzij een afzonderlijke aanpassing van de 2 insulines van het mengsel. Met de standaardmengsels, is de HbA1c slechter, behalve tijdens periodes van semi-remissie (10). Om een ½ u wachttijd te vermijden tussen de injectie en

Daarentegen, in Frankrijk bijvoorbeeld, wordt het avondmaal meestal rond 20u genomen en is het meestal nodig om een degelijk vieruurtje te nemen rond 16u, wat soms een bijkomende injectie van insuline type 1 vereist, of beter van een ultrasnel werkend analoog net ervoor, of zelfs net erna, wat praktisch is bij kinderen, aangezien men, erna, weet wat ze echt gegeten hebben.

Als men uitslaapt, kan men de insuline type 1 volledig of gedeeltelijk vervangen door een ultrasnel werkende insuline waarvan de dosis moet afgeleid worden van de glycemie 's middags tijdens de voorbijgane dagen, bij een identiek ontbijt. Dit is onmogelijk als het interval tussen het opstaan en het middagmaal meer bedraagt dan 3-4 u, dit is de werkingsduur van het ultrasnel werkend analoog. Men moet dan de glycemie meten 1 à 2 uur

na de maaltijd, wat oncomfortabel is, ofwel 's middags niet alleen de glycemie meten, maar ook de glucosurie die een beeld geeft van de toestand vroeg in de morgen (28).

In het systeem met 2 injecties, is het de verdeling van de gluciden over de 6 maaltijden die primordiaal is (**Figuur 3**). Ze moet een curve beschrijven die parallel is aan de activiteitscurve van insuline in het bloed, die de som is van de individuele acties van alle geïnjecteerde insulines. Men moet de nadruk leggen op een afname van de gluciden bij het ontbijt,

**Als een jonge diabeticus zich totaal wil losmaken van de kwalitatief en kwantitatief min of meer vaste verplichtingen op het vlak van tijdschema's en maaltijden, is hij verplicht over te schakelen op een basaal-prandiaal schema met 4 injecties of meer per dag.**

dat overeenstemt met een periode die slecht gedekt is door insuline, ten voordele van de versnapering in het midden van de voormiddag die moet overeenstemmen met de werkingsspiek van de zogenaamde "snelle" insuline die 's morgens geïnjecteerd werd. Dit verwaarlozen is de grootste fout die gemaakt wordt in het systeem met 2 injecties. Als men op een of ander moment meer gluciden wil eten, kan men dit doen op voorwaarde dat men een ultrasnel werkende insuline injecteert, met behulp van een injectiepen. Men gaat dan over naar 3 of meer injecties per dag.

Als een hyperglycemie bij het opstaan niet te corrigeren is zonder een nachtelijke hypoglycemie te induceren, met name door een dosisverhoging van de insuline type 2 die geïnjecteerd wordt in mengsel met de insuline type 1 voor het avondmaal, moet men de injectie van de insuline type 2 uitstellen tot bij het slapengaan, wat neerkomt op 3 injecties per dag. Dit heeft enkel zin bij grotere kinderen die niet te vroeg slapengaan.

#### **≥ 4 injecties per dag.**

Als een jonge diabeticus totaal bevrijd wil zijn van de kwalitatief en kwantitatief min of meer vaste verplichtingen van uur en maaltijden, moet hij overschakelen naar een basaal-prandiaal systeem met 4 injecties of meer per dag (**Figuren 5 en 6**). Dit systeem, dat beter nabootst wat er fysiologisch gebeurt, bestaat erin dat men bijvoorbeeld voor het slapengaan, een insuline type 2 injecteert met een

injectiepen, waardoor men, zoals bij de non-diabeticus, een basale insulinemie zal bekomen die men nodig heeft buiten de maaltijden. De insulines met zeer langdurige werking, waarvan de vertragende resorptiefactor zink is, zijn te vermijden omwille van de te grote variabiliteit in resorptie van de ene dag tot de andere. Er worden analogen met een langdurige, vlakke en meer reproduceerbare werking bestudeerd (de insulines 'glargine' en "detemir") maar men moet zich vergewissen van de afwezigheid van nevenwerkingen, vooral in verband met hun eventuele mitogeniciteit, aangezien de binding van de insuline glargine op de IGF-1 receptoren 6 à 8 maal deze is van humane insuline (32). Om de maaltijden te dekken, moet men, ongeveer 1/2u ervoor, een insuline type 1 injecteren met behulp van een andere injectiepen. Men mag de insuline type 1 niet systematisch vervangen door een ultrasnel werkend analoog als de spreiding tussen 2 maaltijden meer bedraagt dan 3 à 4 u, aangezien men anders risico loopt op hyperglycemie voor de volgende maaltijd (**Figuur 6**). Daarentegen, als men uitslaapt, kan men de insuline type 1 voor het ontbijt vervangen door een ultrasnel werkend analoog, aangezien er slechts 2 à 3 uur zal zijn voor de volgende injectie bij het middagmaal; bovendien moet men dan geen 1/2uur wachten vooraleer men kan eten. In geval van een laattijdig avondmaal, kan men ook een ultrasnel werkend analoog gebruiken om het risico op nachtelijke hypoglycemieën te verminderen als gevolg van de superpositie van de werking van de insuline type 1 met deze van de insuline type 2 die geïnjecteerd wordt bij het slapengaan (16, 28). Als er meer dan 6 à 7 uur verloopt tussen het middagmaal en het avondmaal, is een vieruurtje belangrijk en zelfs noodzakelijk; men moet dan een bijkomende injectie geven met snelwerkende insuline 1/2u voor het vieruurtje, of zelfs erna, met een ultrasnel werkend analoog; men kan dit ook doen voor het middagmaal dat 3 à 4 u ervoor plaatsheeft.

Het tijdschema van de maaltijden heeft veel minder belang en de hoeveelheid toegediende insuline wordt aangepast in functie van wat men wil eten. Men moet opmerken dat de versnaperingen tussen de maaltijden meestal overbodig zijn, aangezien men geen insuline met intermediaire werkingsduur meer injecteert, zoals dit het geval was bij de behandeling met 2 injecties. Sommige geneesheren doen het, wat aanleiding geeft tot hypoglycemieën door superpositie van 3 insulines in het begin van de namiddag: de 2 insulines met intermediaire werkingsduur plus de snelle of ultrasnel werkende insuline van het middagmaal. Elke bijkomende versnapering vereist de injectie van een ultrasnel werkende insuline.



Het basaal-prandiaal systeem geeft niet noodzakelijk betere HbA1c spiegels dan het systeem met 2 injecties, als de opleiding tot zelfcontrole en zelfbehandeling intensief is (6, 7, 9-13). Het biedt een grotere vrijheid in de tijdschema's en de hoeveelheden van de maaltijden, wat aanleiding kan geven tot een overdreven gewichtstoename, vooral bij vrouwelijke adolescenten (9). Het is niet verantwoord om systematisch het basaal-prandiaal systeem voor te stellen aan alle kinderen, afgezien van het feit dat de aanpassing van de insulinedosissen veel gecompliceerder is, wat de prijs is van de grotere vrijheid op het vlak van de voeding. Inderdaad, de dosis aanpassing mag niet uitsluitend gebeuren op basis van simplistische algoritmes gebaseerd op de glycemie van het moment ("sliding scales"). Ze is drievoudig: retrospectief op basis van de vroegere ervaringen opgenomen in het behandelingsboekje, prospectief op basis van wat men overweegt te veranderen in de voeding en de lichaamsbeweging, met slechts een "fractie" van compensatoire aanpassing op basis van de glycemie van het moment (15, 16, 28). Dit systeem is "ideaal" voor oudere adolescenten en jonge volwassenen die in staat zijn tot een complexe aanpassing van de insulinedosissen, hoewel sommigen van hen zich zeer goed behelpen met een insuliner therapie in 2 injecties van een mengsel van insulines, een systeem dat flexibel wordt gemaakt door het gebruik van de injectiepen gevuld met een ultrasnel werkende insuline voor de extra's.

## Lichaamsbeweging

De aanpassing van de insulinedosissen moet ook lichaamsbeweging en sport integreren. Gedetailleerde informatie werd elders gepubliceerd (33-36). Zeer beknopt, in geval van een niet voorziene inspanning, verbruikt men meer gluciden onmiddellijk voor, tijdens en na de sport, terwijl men in geval van een geplande inspanning, de dosis kan verlagen van de insuline die werkt tijdens, of zelfs na een aanzienlijke inspanning. De daling varieert van 10 tot meer dan 50% volgens de intensiteit van de inspanning.

### Referenties

- Dorothy H, Olinger S. Bien-être des diabétiques insulino-dépendants. Evaluation chez 100 adolescents et adultes jeunes en fonction de leur contrôle métabolique. *Presse Méd* 1997;26:1420-4.
- Hoey H, Aanstoot H-J, Chiarelli F, Daneman D, Danne T, Dinesen B, Dorchy H, Fitzgerald M, Garandeau P, Greene S, Holl RW, Hougaard P, Kaprio EA, Kocova M, Lynggaard H, Martul P, Matsuura N, McGee H, Mortensen HB, Robertson KJ, Schoenle EJ, Sovik O, Swift P, Tsou RM, Vanelli M, Åman J, for the Hvidøre Study Group on Childhood Diabetes. Good metabolic control is associated with better quality of life in 2,101 adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2001;24:1928-2001.
- The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993;29:977-86.
- Veroustraete C, Libert J, Dorchy H. Discordant diabetic retinopathy in homozygous twins: the importance of good metabolic control. *J Pediatr* 1999;134:658.
- Dorothy H. Dépistage des complications subcliniques chez les jeunes diabétiques: l'expérience bruxelloise. *Ann Pédiatr (Paris)* 1998;45:585-606.
- Dorothy H. Quel contrôle glycémique peut être obtenu chez des jeunes diabétiques sans sécrétion résiduelle d'insuline endogène? Quelle est la fréquence des hypoglycémies sévères et des complications subcliniques? *Arch Pédiatr* 1994;1:970-81.
- Dorothy H, Roggemans MP, Willems D. Glycated hemoglobin and related factors in diabetic children and adolescents under 18 years of age: a Belgian experience. *Diabetes Care* 1997;20:2-6.
- Rosillo M, Cotton JB, Wieliczko MC, Gendrait B, Carel JC, Couvaras O, Ser N, Gillet P, Soskin S, Garandeau P, Stuckens C, Le Luyer B, Jos J, Bony-Trufonovic H, Bertand A-M, Leturcq F, Lafuma A, Bougnères P. Factors associated with glycemic control: a cross sectional nationwide study in 2,579 French children with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1998;21:1146-53.
- Mortensen H, Hougaard P, The Hvidøre Study Group on Childhood Diabetes. Comparison of metabolic control in a cross-sectional study of 2,873 children and adolescents with IDDM from 18 countries. *Diabetes Care* 1997;20:714-20.
- Mortensen H, Robertson KJ, Aanstoot H-J, Danne T, Holl RW, Hougaard P, Atchinson JA, Chiarelli F, Daneman D, Dinesen B, Dorchy H, Garandeau P, Greene S, Hoey H, Kaprio EA, Kocova M, Lynggaard H, Martul P, Matsuura N, Schoenle EJ, Sovik O, Swift P, Tsou RM, Vanelli M, Åman J, for the Hvidøre Study Group on Childhood Diabetes. Insulin management and metabolic control of type 1 diabetes mellitus in childhood and adolescence in 18 countries. *Diabetic Med* 1998;15:752-9.
- Danne T, Mortensen HB, Hougaard P, Lynggaard H, Aanstoot H-J, Chiarelli F, Daneman D, Dinesen B, Dorchy H, Garandeau P, Greene S, Hoey H, Holl RW, Kaprio EA, Kocova M, Martul P, Matsuura N, Robertson KJ, Schoenle EJ, Sovik O, Swift PGF, Tsou RM, Vanelli M, Åman J, for the Hvidøre Study Group on Childhood Diabetes. Persistent differences among centers over 3 years in glycemic control and hypoglycemia in a study of 3,805 children and adolescents with type 1 diabetes from the Hvidøre Study Group. *Diabetes Care* 2001;1342:7.
- Holl RW, Swift PGF, Mortensen HB, Lynggaard H, Hougaard P, Aanstoot H-J, Chiarelli F, Daneman D, Danne T, Dorchy H, Garandeau P, Greene S, Hoey H, Kaprio EA, Kocova M, Martul P, Matsuura N, Robertson KJ, Schoenle EJ, Sovik O, Tsou RM, Vanelli M, Åman J, for the Hvidøre Study Group on Childhood Diabetes. Injection insulin regimens and metabolic control in an international survey of adolescents with type-1 diabetes over 3 years: results from the Hvidøre study group. *Eur J Pediatr (in press)*.
- Dorothy H. Dorothy's recipes explaining the "intriguing efficacy of Belgian conventional therapy". *Diabetes Care* 1994;17:458-60.
- Dorothy H. (R)évolution de la diabétologie pédiatrique et optimisation du traitement. *Ann Pédiatr (Paris)* 1998;45:521-9.
- Dorothy H. Choix des insulines et adaptation des doses chez les enfants et les adolescents diabétiques: expérience personnelle. *Rev Med Brux* 2000;21:19-27.
- Dorothy H. Insulin regimens and insulin adjustments in diabetic children, adolescents and young adults: personal experience. *Diabetes Metab* 2000;26:500-7.
- American Diabetes Association: Nutritional recommendations and principles for individuals with diabetes mellitus. 1986. *Diabetes Care* 1987;10:126-32.
- Lestrade H, Darois A-M, Machinot S. L'alimentation spontanée de l'enfant et de l'adolescent diabétiques traités par l'insuline. *Ann Pédiatr (Paris)*. 1974;21:667-76.
- Dorothy H, Mozin M-J, Smets P, Ernould C, Loeb H. Spontaneous variations in food intake and balance of diabetes. A covariance analysis. *Acta Paediatr Belg* 1977;30:21-6.
- ISPAD (International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes)- Consensus guidelines 2000. PGF Swift ed. Zeist, Netherlands, Publ Medforum, 2000;53-62.
- Franz MJ, Bantle JP, Beebe CA, Brunzell JD, Chiasson JL, Garg A, Holzmeister LA, Mayer-Davis E, Mooradian AD, Purnell JQ, Wheeler M. Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications. *Diabetes Care* 2002;25:148-98.
- Pinelli L, Alfonsi L, Mormile R, Piccoli R. Alimentation des jeunes diabétiques: normale et méditerranéenne. *Ann Pédiatr (Paris)* 1998;45:571-7.
- Mozin MJ, Dorothy H, Loeb H. Dietary studies and practical nutritional education. *Pediatr Adolesc Endocrinol* 1983;11:193-8.
- Dorothy H, Bourguet K, Pieters S, Mozin MJ. Ernstige onevenwichtigheids in de voeding van Belgische kinderen met en zonder diabetes. *Perceptiel* 1996;1:45-50.
- Dorothy H, Bourguet K. Nutritional intakes of Belgian diabetic children. *Diabetes Care* 1997;20:1046-7.
- Dorothy H, Declercq S, Willems D. Decreased magnesium levels in serum and erythrocytes of young type 1 diabetic subjects. Relationships with glycated haemoglobin levels (HbA1c) and subclinical complications. *Diabetes Res Clin Pract* 1999;44:S27.
- Ndahimana J, Dorothy H, Vertongen F. Activité anti-oxydante érythrocytaire et plasmatique dans le diabète de type 1. *Presse Méd* 1996;25:188-92.
- Dorothy H. Choix des insulines et adaptation des doses. In: Ernould C, coord. *Nouveau guide du jeune diabétique*. Bruxelles, Novo Nordisk, 2001:67-84.
- Dorothy H, Loeb H. Nutrition. In: Czernichow P, Dorothy H, eds. *Diabétologie pédiatrique*. Paris, Doin, 1989:497-512.
- Dorothy H. Het duo insuline en voeding bij behandeling van diabetes bij kinderen en adolescenten. In: Descheemaeker K, Provoost C, reds. *Impact van voeding op gezondheid. Recente ontwikkelingen - 3*. Leuven, Garant, 2001:161-74.
- Mozin MJ, Thiébaud I, Pieters S, Dassy M. L'alimentation du jeune diabétique. In: Ernould C, coord. *Nouveau guide du jeune diabétique*. Bruxelles, Novo Nordisk, 2001:101-26.
- Kurtzhals P, Schäffer L, Sorensen A, Kristensen C, Jonassen I, Schmid C, Trüb T. Correlations of receptor binding and metabolic and mitogenic potencies of insulin analogs designed for clinical use. *Diabetes* 2000;49:999-1005.
- Dorothy H, Poortmans J. Juvenile diabetes and sport. In: Bar-Or O and the International Olympic Committee, eds. *Encyclopaedia of sports medicine: the child and the adolescent athlete*. Oxford, Blackwell, 1996:455-79.
- Dorothy H, Poortmans J. Les jeunes diabétiques et le sport. In: Thiébaud EM, Sprimont P, eds. *L'enfant et le sport*. Paris-Bruxelles, De Boeck-Université, 1998:273-84.
- Dorothy H, Pieters S. Jeux, sports, exercice physique. In: Ernould C, coord. *Nouveau guide du jeune diabétique*. Bruxelles, Novo Nordisk, 2001:127-38.
- Dorothy H. Sport et diabète de type 1: expérience personnelle. *Rev Méd Brux* 2002;23: A211-7.