

Alvleesklier

Uit 'Anatomie, fysiologie en enige pathologie' - L. L. Kirchmann; De Tijdstroom, Lochem, 1990 - pg. 159-161

De alvleesklier (pancreas) is een langwerpige klier die 15 á 20 cm lang en 5 á 6 cm breed is. Ze ligt in horizontale richting achter tegen de maag, met het kopgedeelte in de bocht van de twaalfvingerige darm en het staartgedeelte naar links gericht. Ze ligt tussen het buikvlies en de wervelkolom (retroperitoneaal, zie figuur 1).

De alvleesklier bestaat uit twee soorten klieren: trosvormige exocriene klieren en de eilandjes van Langerhans (endocriene klieren).

De trosvormige klieren produceren het pancreassap, dat de volgende enzymen bevat:

- ◆ diastase, een enzym dat koolhydraten splitst,
- ◆ trypsine, een enzym dat eiwitten splitst,
- ◆ lipase, een enzym dat vetten splitst.

Verder bevat het pancreassap natriumbicarbonaat, waardoor het sap alkalisch reageert. Het natriumbicarbonaat maakt de zure maaginhoud die in het duodenum komt alkalisch. Het sap komt via de ductus pancreaticus door de papil van Vater in het duodenum. Per dag wordt ongeveer 500 ml sap afgescheiden.

De eilandjes van Langerhans zijn bepaalde groepen van endocriene kliercellen die zich tot eilandjes verenigd hebben. Het aantal van deze eilandjes is in het staartgedeelte groter dan in het kopgedeelte. Ze bevatten twee soorten cellen:

- ◆ de α -cellen, die glucagon produceren, en
- ◆ de β -cellen, die insuline produceren.

Beide stoffen worden direct in het bloed opgenomen en worden dus tot de hormonen gerekend. Ze zijn noodzakelijk voor de regeling van de suikerstofwisseling.

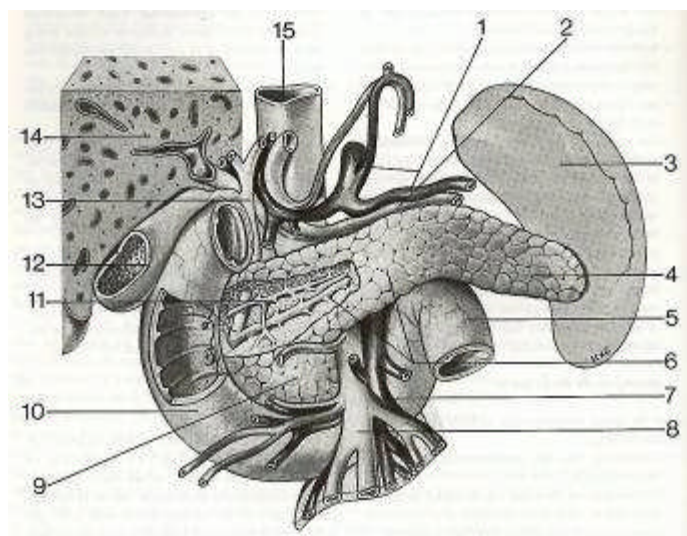
Ziekten van de alvleesklier

De meest voorkomende ziekten van het pancreas zijn:

- ◆ Acute pancreatitis, acute pancreasnecrose of hemorrhagische pancreasnecrose. De oorzaak ligt bij de inwerking van de pancreasenzymen op het orgaan zelf. Dit is vaak het gevolg van stuwning in de ductus choledochus, onder meer door galstenen, en het daardoor overlopen van de gal in de pancreasbuis. De enzymen van de alvleesklier worden nu in het pancreas geactiveerd, met als gevolg dat de alvleesklier geheel verteerd kan worden, voornamelijk door het eiwitsplitsend enzym trypsine. De lipase verteert het vetweefsel om het pancreas en dat van het mesenterium en het omentum majus, waardoor vetweefselnecrose optreedt. Bloedingen door aantasting van de bloedvaten en ontstekingen treden later op;
- ◆ Chronische pancreatitis. Deze komt soms voor bij maagzweren of zweren van het duodenum; dit leidt plaatselijk tot verbindweefseling. Wanneer hierdoor te weinig lipase wordt gevormd treedt er een stoornis in de vetstofwisseling op (steatorrhoea). De eiwitsplitsing wordt minder snel verstoord, omdat de maag- en darmenzymen veelal nog voldoende eiwitten kunnen splitsen;
- ◆ Gezwollen van het pancreas (meestal een kankergezwel);
- ◆ Pancreasfibrose. Dit is een aangeboren afwijking van het pancreas waarbij de klieren met uitwendige secretie zijn aangetast (niet de eilandjes van Langerhans);

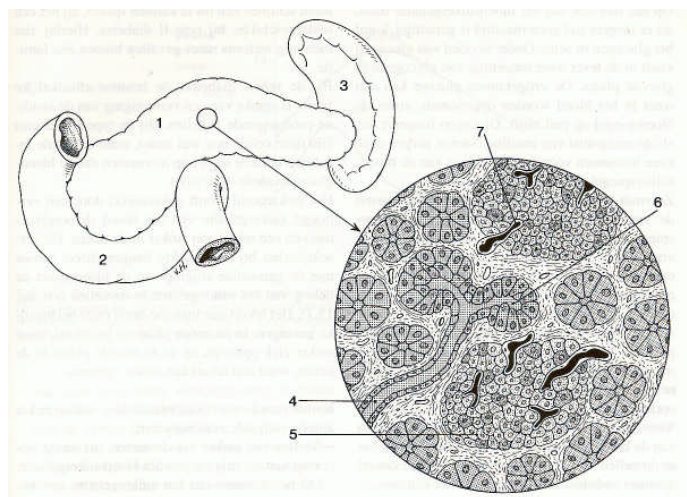
- ◆ Atrofie van de eilandjes van Langerhans. Wanneer er onvoldoende insuline gevormd wordt door de α -cellen van de eilandjes van Langerhans treedt er suikerziekte (diabetes mellitus) op.

Figuur 1: De ligging van de pancreas en de bloedvatvoorziening van de organen in de bovenbuik. In de figuur zijn de slagaderen donker en de aderen licht aangegeven. De slagaderen voor de bovenbuikorganen ontspringen uit twee grote takken, de truncus coeliacus, die zich in drieën splitst, met slagaderen voor de maag, de milt en voor duodenum en lever, en verder de arteria mesenterica superior, die takken levert voor de gehele dunne darm en een deel van de dikke darm. De aderen van de organen in de bovenbuik vormen samen de poortader (vena portae). De hoofdtakken voor de vena portae zijn de miltader (vena lienalis) en de bovenste darmader (vena mesenterica superior). De slagaderen en aderen liggen boven en onder de alvleesklier.



1. miltslagader (arteria lienalis) uit de truncus coeliacus
2. miltader (vena lienalis)
3. milt
4. pancreasstaart
5. ileum
6. pancreaslichaam met ductus pancreaticus major
7. bovenste darmslagader (arteria mesenterica superior)
8. bovenste darmader (vena mesenterica superior)
9. pancreaskop
10. duodenum
11. ductus pancreaticus minor (kruist de galbuis)
12. galblaas (vesica fellea)
13. galbuis (ductus choledochus)
14. lever
15. onderste holle ader (vena cava inferior).

Figuur 2. Ligging en histologie van het pancreas.



1. pancreas
2. twaalfvingerige darm
3. milt
4. afvoerbuisje exocriene pancreasklier
5. eilandje van Langerhans, zonder afvoerbuis
6. klierros exocriene klier
7. haarvat (capillair).

Pancreas

Uit 'Anatomie, fysiologie en enige pathologie' - L. L. Kirchmann - pg. 420-425

De pancreas (alvleesklier, zie figuur 2) bevat groepen van kliercellen, de eilandjes van Langerhans, die hormonen afscheiden. De eilandjes vormen op deze manier endocriene klierpakketjes in de alvleesklier, die voor het overige uit exocrien klierweefsel bestaat. De 1 á 1,5 miljoen eilandjes maken ongeveer 1,5% van het totale volume van de alvleesklier uit. In het staartgedeelte van de alvleesklier komen veel meer

eilandjes voor dan in het kopgedeelte. Aan de hand van specifieke kleurmethoden heeft men vastgesteld dat de eilandjes van Langerhans uit drie soorten cellen bestaan, namelijk:

- de α -cellen (20 - 30% van de cellen), die glucagon leveren,
- de β -cellen (60 - 80% van de cellen), die insuline produceren,
- de λ -cellen (ca. 10% van de cellen), die (samen met de α -cellen) waarschijnlijk gastrine produceren.

Hoewel het weefsel van de eilandjes op het totaal van het pancreasweefsel niet veel voorstelt, is de produktie van de hormonen insuline en glucagon van vitaal belang voor de suikerstofwisseling. De insuline en het glucagon zijn samen bepalend voor wat er met de in de darm opgenomen glucose in het bloed en in de cellen gebeurt.

Het hormoon insuline bewerkstelligt een daling van de bloedsuikerspiegel. De insuline stuurt de in het bloed aanwezige glucose de spier- en de levercellen in, doordat zij ervoor zorgt dat de celwand doorlaatbaar, permeabel, wordt voor de glucose. In de spiercellen is glucose nodig voor de energievoorziening van de spiervezels, in de lever vindt opslag van glucose plaats in de vorm van glycogeen, als reserve voor momenten dat er geen suikeraanvoer is. Direct na de maaltijd, als de toevoer van glucose op zijn hoogtepunt is, is ook de pro-duk-tie van insuline het hoogst. De glucose wordt verwerkt en opgeslagen tot het moment waarop zij nodig is.

Op het moment dat het bloedsuikergehalte daalt, als er langere tijd geen maaltijd is genuttigd, komt het glucagon in actie. Onder invloed van glucagon vindt in de lever weer omzetting van glycogeen in glucose plaats. De vrijgekomen glucose kan dan weer in het bloed worden opgenomen, zodat de bloedspiegel op peil blijft. Glucagon fungeert dus als de antagonist van insuline. Samen zorgen deze twee hormonen voor de handhaving van de bloedsuikerspiegel op het gewenste niveau.

Zo vindt een voortdurend samenspel plaats tussen de verschillende hormonen die de bloedsuikerspiegel bepalen, om te grote schommelingen te voorkomen. Schommelingen kunnen bijvoorbeeld optreden door aanbod van suiker uit het voedsel of opname van veel suiker door de spieren bij lichamelijke inspanning.

Als de suikervoorraden van het lichaam zijn uitgeput kan ook uit eiwit nog glucose worden gemaakt, zogenaamde gluconeogenese, onder andere onder invloed van bijnierschors-hormonen, corticosteroiden.

Verstoring van het evenwicht, daling of stijging van de bloedsuikerspiegel en een tekort aan suiker in de cellen van het lichaam hebben grote consequenties voor het functioneren van het lichaam.

Diabetes mellitus (suikerziekte)

Bij een tekort aan insuline treedt een ontregeling van het evenwicht in de suikerstofwisseling op. De vanuit het voedsel opgenomen glucose kan dan niet goed door het lichaam verwerkt worden, omdat er niet voldoende insuline aanwezig is om de glucose uit het bloed naar spieren en lever te transporteren. Op dat moment is er in het bloed een teveel en in de cellen een tekort aan glucose, zonder dat deze wanverhouding kan worden gecorrigeerd. Deze aandoening noemt men diabetes mellitus.

De oorzaken van het tekort aan insuline zijn nog altijd niet goed opgehelderd. Men onderscheidt twee vormen: type 1 of insuline-afhankelijke diabetes, een vorm waarbij voor de behandeling altijd insuline nodig is en type 2 of niet-insuline-afhankelijke diabetes, waarbij de toediening van insuline geen directe noodzaak is. Type 1 diabetes komt vooral bij kinderen voor en type 2 begint in het algemeen op gevorderde leeftijd. Erfelijke factoren schijnen een rol te kunnen spelen, zij het een ondergeschikte, bij type 2 diabetes. Hierbij ziet men nog weleens meer gevallen binnen één familie.

Bij de type 1 diabetes, de insuline-afhankelijke vorm, is sprake van een vernietiging van de insuline-producerende β -cellen. Bij de type 2 diabetes zijn deze cellen nog wel intact, maar schiet de insulineproduktie tekort op momenten dat de bloedglucosewaarde sterk stijgt.

Het ziektebeeld wordt gekenmerkt door een verhoogd suikergehalte van het bloed (hyperglycemie) en een tekort aan suiker in de cellen. De verschijnselen bij deze ziekte hangen direct samen met de genoemde stijging van de bloedsuiker en daling van het suikergehalte in de cellen (zie figuur 3). Het tekort aan insuline heeft twee belangrijke gevolgen. In de eerste plaats in het bloed, waar suiker zich ophoopt, en in de tweede plaats cellen, waar een tekort aan suiker optreedt.

Kenmerkend voor (onbehandelde) suikerziekte zijn de volgende verschijnselen:

- ◆ Verlies van suiker via de nieren, als direct gevolg van de stijging van het bloedsuikergehalte. Op het moment dat het suikergehalte een bepaalde drempelwaarde (normaal rond de 10 mmol/l) overschrijdt zal suikerverlies optreden. In het buizenstelsel van de nier kan de glucose dan niet meer opgenomen, 'teruggeresorbeerd', worden. De naam van deze aandoening, diabetes mellitus ofwel 'zoete doorstroming' is ook hierop gebaseerd. In de urine wordt suiker gevonden, hetgeen in het laboratorium ook aangetoond kan worden.
- ◆ Een verhoogde infectiegevoeligheid van de urinewegen. Dat is weer een direct gevolg van dit suikerterverlies via de urine. Glucose vormt een goede voedingsbron voor bacteriën.
- ◆ Omdat met de glucose automatisch veel water door de nieren wordt afgescheiden (deze afscheiding kan uiteraard alleen in opgeloste vorm plaatsvinden), zal ook uitdroging kunnen optreden. De eerste symptomen daarvan zijn veel plassen (polyurie), een grote dorst en veel drinken (polydipsie).
- ◆ Het suikertekort in de cellen leidt tot een gebrek aan energie, nodig voor het normaal functioneren van de cel. Moeheid en spierzwakte zijn dan ook vaak optredende verschijnselen. In plaats van suiker gaat de cel meer vetten en eiwitten voor de verbranding gebruiken. Bij dit verbrandingsproces komen veel zogenaamde ketonlichamen vrij, verbindingen die een verzurend effect op het interne milieu hebben. De geleidelijke verzuring, acidose, die hiervan het gevolg is leidt eerst tot een precoma, met sufheid, zwakte en moeheid. In het ergste geval kan dit leiden tot een coma (hyperglycemisch coma of coma diabeticum).
- ◆ Door verbranding van vetten in plaats van glucose in de cellen treedt vermagering op, terwijl toch voldoende wordt gegeten. De opgenomen energie verdwijnt als glucose met de urine direct weer uit het lichaam. Intussen verbrandt het lichaam zijn eigen reservevoorraden.

Diagnostiek

Als voor diabetes mellitus verdachte verschijnselen optreden kan laboratoriumonderzoek worden verricht om de diagnose te stellen. Ook een bij herhaling positieve uitslag van de routinematige bepaling van de glucose in de urine met behulp van een eenvoudige test met een 'stick', kan aanleiding zijn voor een diepgaander onderzoek. Een eenvoudig eerste onderzoek, bijvoorbeeld door de huisarts, is mogelijk in de vorm van een hemoglucotest, waarbij een druppel bloed van een nuchtere patiënt op een strookje wordt gebracht, waarna het strookje wordt ingebracht in een handzaam apparaatje, waarmee het bloedsuikergehalte wordt bepaald.

Is uitgebreider onderzoek nodig, dan dient een glucosetolerantietest (GTT) te worden verricht. Hierbij wordt eerst de nuchtere bloedsuikerwaarde gemeten en vervolgens het verloop van de bloedsuikerspiegel een half, één, anderhalf, twee en drie uur na (orale) toediening van een grote hoeveelheid glucose. Bij suikerziekte treedt een te snelle stijging van de bloedsuikerwaarde op en verloopt de daling minder snel dan bij gezonde proefpersonen. Een eenvoudige, maar praktische en betrouwbare test is het bepalen van het bloedsuikergehalte twee uur na een flinke maaltijd. Het bloedsuikergehalte mag dan niet boven de 8,0 mmol/l liggen.

Behandeling

De behandeling van diabetes bestaat uit het zodanig regelen van de bloedsuikerspiegel dat deze zich steeds op een zo juist mogelijk niveau bevindt. Zo juist mogelijk, omdat een perfecte instelling, zoals bij gezonden, eigenlijk niet mogelijk is. Bij insuline-afhankelijke diabetes moet insuline worden toegediend door middel van intramusculaire injecties. Daarnaast moet de toevoer van glucose worden geregeld. Dit betekent een dieet dat vrij is van direct opneembare suikers, een suikervrij dieet. Suikers mogen alleen nog maar worden opgenomen in de vorm van suikerketens met een ingewikkelde bouw, zogenaamde polysacchariden. Het

aantal calorieën per maaltijd en het totale aantal over een dag dient vastgelegd te worden. Dit is nodig om de hoeveelheid toe te dienen insuline vast te kunnen leggen. Door middel van de nuchtere bloedsuikervwaarden - tegenwoordig door elke suikerpatiënt zelf gemakkelijk te bepalen door middel van de hemoglucotest en de bepaling van de hoeveelheid suiker in de urine -, verdeeld over vier porties die elk een periode van zes uur beslaan, moet worden bepaald of de instelling van de insuline en het dieet juist zijn. De patiënt moet worden geleerd om zelf aan de hand van deze gegevens de instelling van het dieet te controleren.

Keuze van de insuline

Bij de toediening van insuline kan worden gekozen voor kort werkende, middellang werkende en lang werkende insuline. Meestal zal worden gekozen voor een combinatie, om gedurende elk moment van de dag een zo optimaal mogelijke instelling te bereiken.

Bij het geven van insuline is het steeds noodzakelijk te zoeken naar een juist evenwicht. Bij te weinig insuline zal een verhoogde bloedspiegel blijven bestaan, bij te veel insuline zal de bloedspiegel te sterk dalen. Omdat maar één of enkele keren per dag insuline zal worden toegediend, is het eigenlijk onvermijdelijk dat er perioden van een relatief hoge en van een relatief lage bloedsuikerspiegel voorkomen. Gevaarlijk zijn perioden met een te lage bloedsuikerspiegel gedurende de nacht. Tijdens de slaap kan de patiënt zelf niet merken, bijvoorbeeld door een honger gevoel, dat er een te lage bloedsuikerspiegel is.

Bij patiënten met een type 2 'maturity-onset' diabetes kan vaak worden volstaan met middelen die de afscheiding van insuline stimuleren, in combinatie met een dieet. Veel gebruikte stoffen zijn tolbutamide (Rastinon®) en glibendamide (Daonil®, Euglucon®). Omdat overgewicht in veel gevallen mede de oorzaak is van het (relatieve) tekort aan insuline, kan afvallen al een vermindering van de klachten geven.

Complicaties

Men onderscheidt bij suikerziekte acute complicaties, dit zijn de problemen die bij wijze van spreken elke dag kunnen optreden bij ontregeling van de bloedsuikerspiegel en complicaties op de lange termijn, die optreden als de suikerziekte langere tijd bestaat.

Acute complicaties

De belangrijkste acute complicatie is het optreden van een coma. Dit coma kan zowel hyperglycemisch (door een te hoge bloedsuikerspiegel) als hypoglycemisch (door een te lage bloedsuikerspiegel) zijn.

Een hyperglycemisch coma door een te hoog bloedsuikergehalte kan optreden als de hoeveelheid toegediende insuline te laag is, als het dieet niet wordt aangehouden en te veel suiker wordt genuttigd, of bij een verergering van de diabetes. De verschijnselen zijn moeheid, onregelmatige (Kussmaul) ademhaling, acetongeur door de verbranding van vetten, uitdroging, veel plassen en uiteindelijk coma met verzuring van het bloed: acidose. De behandeling bestaat uit het geven van (extra) insuline.

Een hypoglycemisch coma door een te laag bloedsuikergehalte kan ontstaan door een overdosis insuline, een versterkte consumptie van glucose in het lichaam, bijvoorbeeld bij zware inspanning, bij koorts of door een tekort aan eten, waardoor de suikertoevoer van buitenaf te kort schiet. Bij gezonde personen reageert het lichaam met een verminderde produktie van insuline, bij de suikerpatiënt is de insuline per injectie toegediend en dus al in het lichaam aanwezig. Kenmerken van het hypoglycemisch coma zijn, vóórdat het coma intreedt: een honger gevoel, zweten, moeheid en geuwen. De behandeling bestaat uit de toediening van glucose (intraveneus).

Complicaties op de lange termijn

De diabetische complicaties op de lange termijn worden veroorzaakt door aandoeningen van de grote en kleine bloedvaten en van het zenuwstelsel.

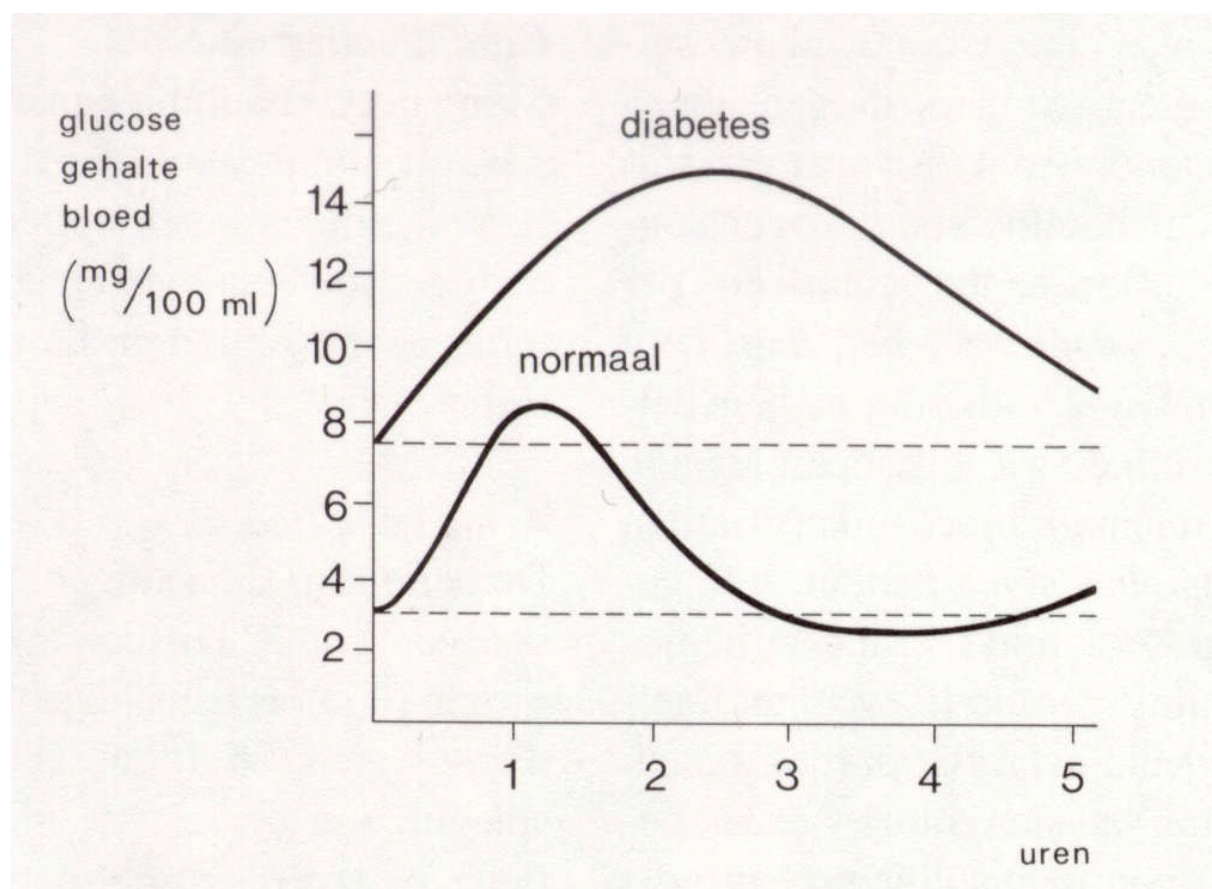
Aangedaan zijn onder andere de bloedvaten in het netvlies (diabetische retinopathie) en de kleine bloedvaten

in de nieren (diabetische glomerulosclerose). Op de lange duur treden hierdoor ernstige complicaties op als blindheid en chronische nierinsufficiëntie (het te kort schieten van het functioneren van de nieren).

De grote bloedvaten zijn onder andere aangedaan in de benen. Afsterven van tenen, voeten of zelfs het gehele onderbeen (diabetisch gangreen) kan daarvan de uiteindelijke consequentie zijn.

Aandoeningen van het zenuwstelsel kunnen zich voordoen als een achteruitgang van de pijnzin en als verlammingen, onder andere van de oogbolspiers, van de hand(en), van de blaas, enzovoort. Ook kunnen prikkelingen en tintelingen optreden, met name in handen en voeten (diabetische polyneuropathie). Door de afname van de pijnzin ziet men vaak slecht genezen wondjes als gevolg van (niet opgemerkte) kleine verwondingen.

Uiteraard zijn dit allemaal complicaties die pas optreden na een langdurig bestaan van de diabetes, globaal tenminste ongeveer twintig jaar. Er is wel discussie over geweest of goed instellen van de bloedsuikerspiegel van belang is bij het ontstaan van genoemde complicaties. Het lijkt erop dat men er toch van moet uitgaan dat bij een goed ingestelde diabetes de complicaties minder snel zullen optreden.



Figuur 3: De bloedsuikercurve van een normaal persoon en een lijder aan diabetes. De grafiek geeft de schommeling van het glucosegehalte in het bloed in de tijd na het innemen van een standaardhoeveelheid glucose aan. Bij gezonde personen reageert het lichaam met de afscheiding van insuline, waardoor een snelle daling van de bloedsuikerspiegel optreedt.

De alvleesklier (pancreas)

Ui 'Functionele anatomie' - Dr. A. J. Salomé, Dr. A. Huson, Prof. P.J. Brouwer - Spruyt, Van Mantgem & De Does B.V. - Leiden - 1976 - pg. 130-133

a. Bouw

Een belangrijke bijdrage tot de spijsvertering in de dunne darm wordt geleverd door het pancreassap. Het pancreas is een trosvormige klier, die in zijn uiterlijke bouw veel lijkt op de speekselklieren en daarom ook wel buikspeekselklier wordt genoemd. Het heeft een langgerekte vorm, aan een eind een beetje opgerold, zodat daar een verdikt gedeelte, de kop, ontstaat. Deze kop ligt precies in de bocht van het duodenum, terwijl de staart achter de maag langs schuin omhoog naar links gaat, waar hij reikt tot vlak bij de milt en de linker nier. De afvoerbuisjes van de klier verzamelen zich meestal tot één grote afvoerbuis, de pancreasbuis (ductus pancreaticus of buis van Wirsung). Deze mondt uit ongeveer 10 cm voorbij de pylorus in het afdalend stuk van het duodenum via de papil van Vater. Vlak voor zijn uitmonding verenigt de pancreasbuis zich gewoonlijk (niet altijd) met de galbuis uit de lever.

b. Functie

Het pancreas produceert totaal gemiddeld 1200 cc pancreassap per dag. Dit bevat:

- ◆ natrium bicarbonaat. Deze stof wordt in grote hoeveelheden onder invloed van secretine geproduceerd. Hij dient om het zoutzuur uit de maag in de darm te neutraliseren. Op deze wijze zijn wij in staat het alkalisch milieu in de dunne darm te handhaven, waardoor de enzymen in de dunne darm kunnen functioneren.

De andere stoffen, die in het pancreas voorkomen zijn enzymen:

- ◆ pancreas-lipase. Dit zal met behulp van de gal het vet uit het voedsel afbreken tot glycerine en vetzuren;
- ◆ een aantal amylasen, die zorgen voor de verdere vertering van suikers;
- ◆ een proteïnase, trypsine, dat de eiwitvertering voortzet en voltooit. Het wordt evenals het pepsine uit de maag afgescheiden in de vorm van een onwerkzaam voorstadium, het trypsinogeen. Deze stof wordt door de enterokinase uit de darm geactiveerd tot trypsine.

Ook de productie van pancreassap begint zodra er voedsel in de dunne darm komt. Het blijkt, dat het secretine, dat onder invloed van het maagzuur in de darmwand wordt geproduceerd, behalve het sluiten van de pylorus ook de productie van pancreassap bevordert.

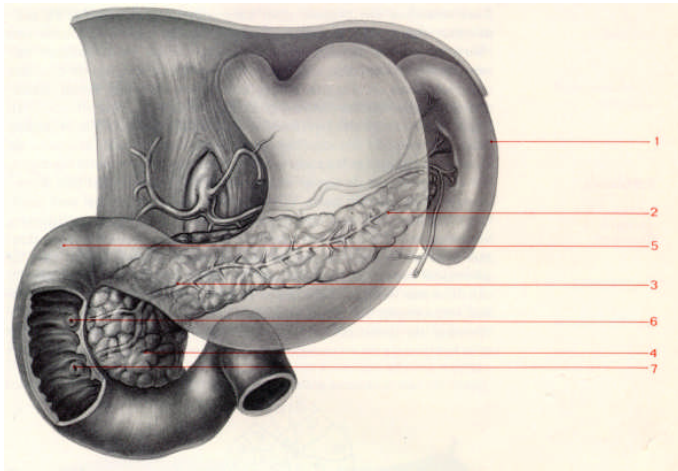
c. Eilandjes van Langerhans

In het pancreas, dat dus een klier met externe secretie is, kunnen wij nu ook vele eilandjes van klierweefsel vinden zonder afvoergang. Deze eilandjes zijn ontdekt door Langerhans. Zij produceren een hormoon, het insuline, zodat het pancreas tevens een klier met interne secretie is. Insuline wordt door de bloedbaan opgenomen en is noodzakelijk om in de lever en de spieren de opbouw van glycogeen uit glucose mogelijk te maken. Insuline wordt geproduceerd zodra de hoeveelheid glucose, die in het bloed zit opgelost, hoger wordt, zoals dat bijvoorbeeld kort na de maaltijd gebeurt. De productie stopt wanneer de bloedsuikerspiegel weer lager wordt. Wanneer de bloedsuikerspiegel te laag zou worden, zien wij, dat een ander hormoon, het adrenaline, uit de bijnier wordt geproduceerd, dat juist een tegenovergestelde werking heeft. Wanneer de bloedsuikerspiegel snel daalt, blijkt het pancreas nog een tweede hormoon te kunnen produceren, het glucagon. Dit hormoon versterkt de werking van adrenaline door zeer snel glucose uit de depots vrij te maken. Onder invloed van het adrenaline wordt glycogeen weer omgezet tot glucose. Met behulp van deze drie hormonen zijn wij in staat om de hoeveelheid bloedsuiker heel nauwkeurig op peil te houden.

Wanneer de bloedsuikerspiegel voortdurend hoog gehouden wordt door het teveel eten en snoepen kunnen de eilandjes van Langerhans als het ware overbelast raken, waardoor de benodigde hoeveelheid insuline niet wordt geproduceerd. Dan kan het bloedsuikergehalte stijgen tot te hoge waarden. Wij zien dan dat het bloedsuiker in de urine wordt uitgescheiden. Dit is een van de verschijnselen van suikerziekte of diabetes.

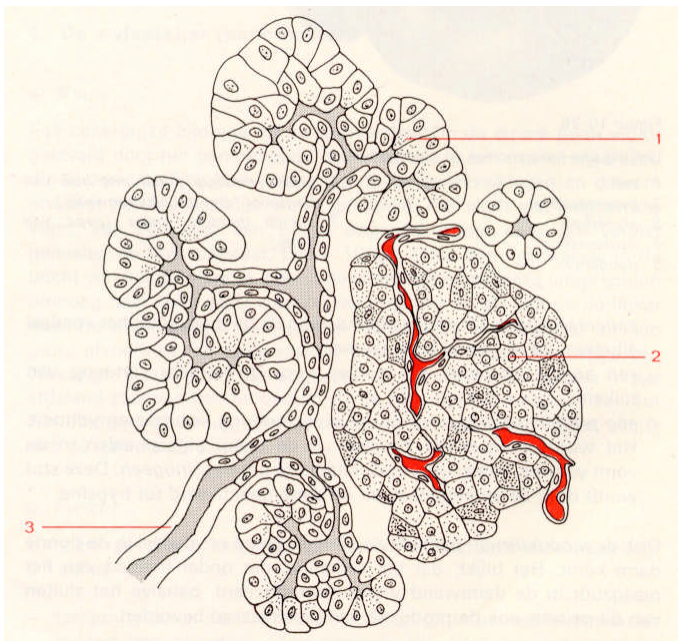
De eilandjes van Langerhans kunnen ook als een aangeboren afwijking ontbreken. Het kind heeft dan van het begin af diabetes.

Figuur 4: Ligging van het pancreas en het duodenum



1. milt
2. pancreasstaart
3. afvoerbuis
4. pancreaskop
5. duodenum
6. papilla duodeni minor met buis van Santorini (meestal niet aanwezig)
7. papilla duodeni major (papil van Vater)

Figuur 5: Detail van het pancreas



1. alveolus (kliertrosje)
2. eilandje van Langerhans
3. afvoerbuisje