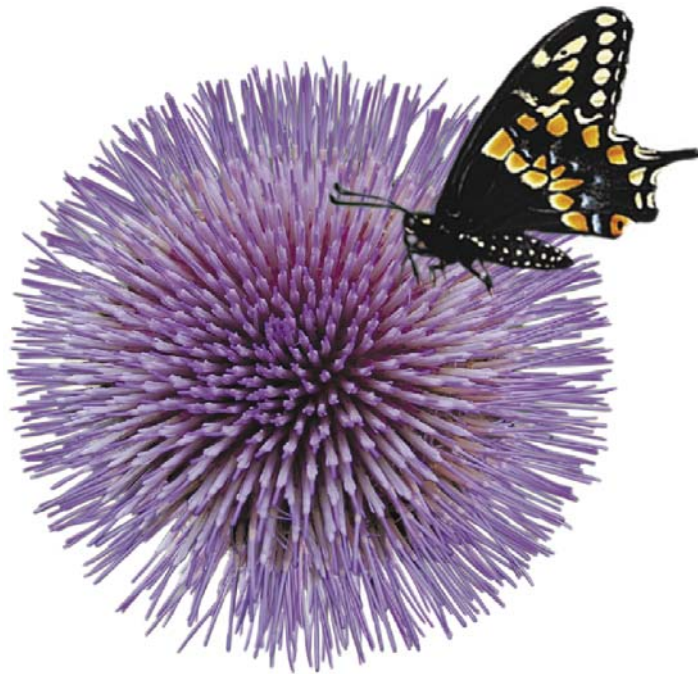


Onze spijsvertering



- Deze minicursus is gebaseerd op de SORAG cursus Gewichtscosting.
- Deze cursus laat je kennismaken met een thema uit een van de SORAG-cursussen en mag uitsluitend worden gebruikt voor persoonlijke doeleinden.
- De auteursrechterlijke eigendommen liggen bij de Coöperatie SORAG-Akademie U.A., zodat deze cursus niet mag worden gekopieerd of gebruikt voor commerciële doeleinden.

ONZE SPIJSVERTERING, DE WEG DIE ONZE VOEDING AFLEGT

‘Je bent wat je eet’, is een uitspraak die we veel horen. Maar het is ook echt zo: onze cellen zijn opgebouwd uit wat we in onze mond stoppen. Elk eiwit, elke suiker, elk vet, elke vitamine en elk mineraal in onze voeding wordt door ons lijf afgebroken en als onderdeelje gebruikt om processen in werking te zetten of cellen op te bouwen of te repareren. In feite is ons hele spijsverteringskanaal een gespierde buis van wel tien meter lang die loopt van de mond tot de anus. Je zou ook kunnen zeggen dat ons spijsverteringskanaal uit twee delen bestaat, namelijk het gedeelte dat voor onze spijsvertering zorgt, het spijsverteringssysteem dat loopt vanaf de mond tot en met de dunne darm, en het gedeelte dat zorgt voor de afvalstoffenverwerking, het gedeelte vanaf de dikke darm tot de anus.

VERSCHILLENDE LICHAAMSSYSTEMEN

Ons lichaam bestaat uit verschillende stelsels, onderdelen die er samen voor zorgen dat alles goed functioneert. Je kunt het lichaam onderverdelen in tien lichaamsstelsels: het skelet, het spierstelsel, het zenuwstelsel, het endocriene stelsel, dat ook wel het hormoonstelsel wordt genoemd, het ademhalingsstelsel, het hart- en vaatstelsel, het lymfevatenstelsel, de spijsvertering, het excretiestelsel en de voortplanting. Geen enkel stelsel werkt echter op zichzelf; alle verschillende lichaamssystemen werken met elkaar samen. Hierna bespreek ik een aantal stelsels die een rol spelen bij de spijsvertering.

HET HART- EN VAATSTELSEL

Dit stelsel vormt in feite het belangrijkste wegennet van ons lichaam. Voedingsstoffen in ons eten worden vanuit de darmen in ons bloed opgenomen en getransporteerd naar de plekken waar ze nodig zijn. Ook dient ons bloed om afvalstoffen te vervoeren en om zuurstof te leveren voor de verbranding van energie in onze cellen. Alle weefsels hebben zuurstof, en dus bloed nodig. Ons hart pompt het bloed rond in de slagaders en de aders.

DE ZUURGRAAD VAN ONS BLOED

De zuurgraad van ons bloed wordt voor een deel bepaald door de hoeveelheid kooldioxide, een bijproduct van de energieverbranding. Het kooldioxide wordt vanuit de cellen via het bloed afgevoerd naar de longen, waar we het uitademen. Omdat de giftige stof in ons bloed oplost, ontstaat er koolzuur. Het lichaam probeert om de pH-waarde van het bloed op peil te houden, en onze ademhaling gaat automatisch versnellen, zodat het kooldioxide wordt uitgeademd.

HET LYMFEVATENSTELSEL

Ons lichaam bestaat voor een groot deel uit water, namelijk zo'n zeventig procent. Het meeste water (ongeveer twee derde) zit in onze cellen, de intracellulaire vloeistof. Een deel bevindt zich in ons bloed en nog een ander deel zit buiten en tussen de cellen, het extracellulaire vocht. Van het laatste deel zit een klein gedeelte in de lymfe. Het lymfestelsel is een uitgebreid afvoersysteem. De lymfevaten lopen door ons hele lichaam, net als de bloedvaten. Ze zijn ook aangesloten op het bloedvatstelsel. In de weefsels, waar de haarvaatjes zitten, beginnen ook de lymfecapillairen, die uitkomen in grotere lymfbuizen. De grotere lymfevaten lopen weer langs lymfeklieren, waarna de lymfe, het vocht, terug wordt gebracht in de bloedbaan.

De lymfevaten zitten tussen de cellen in de verschillende lichaamsweefsels en zorgen ervoor dat overtollig vocht wordt afgevoerd, maar ook andere stoffen die zich in dat vocht bevinden en die daar niet meer nodig zijn of zelfs schade kunnen veroorzaken, zoals giftige stoffen die door slechte bacteriën zijn geproduceerd. De lymfevaten hebben kleine klepjes, zodat het vocht maar één kant kan opstromen, namelijk de weefsels uit richting de borstbuis in het midden van ons lichaam, die verder naar boven loopt en uitkomt in de linker ondersleutelbeenader. Deze ader brengt het bloed naar het hart. Het lymfevatenstelsel omvat ook de borstklier, de milt en de keel- en neusamandelen. Ook door deze organen stroomt lymfe. In de lymfe en de lymfeklieren zitten lymfocyten, die schadelijke indringers uit het bloed kunnen verwijderen.

HET ENDOCRIENE STELSEL

Hormonen zijn stofjes die processen op gang brengen. Ze worden aangemaakt door de endocriene klieren, die deze stofjes direct aan de bloedbaan afgeven. Er zijn rond de tien grote en een aantal kleinere klieren, maar daarvan zijn er zeven wat belangrijker: de hypofyse, de schildklier, de bijschildklier, de bijniere, de alveesklier, de eierstokken en de teelballen. Door de hypothalamus regelt vrijwel het hele endocriene stelsel. De hypothalamus zit in de hersenen en vormt de verbinding tussen het zenuwstelsel en de hormonen door de hypofyse, de belangrijkste endocriene klier, aan te sturen. De hypofyse maakt tien hoofdhormonen aan, die weer andere endocriene klieren activeren, zoals de schildklier en de bijniere.

Er bestaan heel veel hormoonstofjes, waarvan er nu een paar honderd bekend zijn. De schildklier en de bijniere hebben indirect invloed op de spijsvertering. De schildklier bijvoorbeeld heeft invloed op de snelheid van de stofwisseling en de energieverbranding. De bijniere bevinden zich bovenop onze niere en regelen onze vecht- of vluchtreactie bij stress. Ze werken echter ook samen met de niere en regelen het vochteevenwicht. Ze maken onder andere adrenaline aan. Adrenaline zorgt ervoor dat ons zenuwstelsel een aantal reacties op gang brengt om een al dan niet werkelijk levensbedreigende situatie aan te kunnen.

HET ZENUWSTELSEL

De zenuwen lopen door ons hele lichaam en zijn daardoor overal mee verbonden. Zenuwen zijn langwerpige bundels draden die bestaan uit zenuwcellen (neuronen) waaraan lange, dunne uitlopers zitten, de axonen en dendrieten. Axonen zijn lang en zien eruit als draden. Dendrieten zijn minder lang en vertakken zich. Het ruggenmerg is de plek waar de grootste bundeling van zenuwen ligt. Het wordt beschermd door onze rugwervels, die er als een tunnel omheen zitten. Het ruggenmerg is verbonden met de hersenen, de andere grote bundeling van zenuwen. Samen worden deze twee bundels het centraal zenuwstelsel genoemd, de andere zenuwen worden als het perifere zenuwstelsel aangeduid.

Het verschil tussen de twee zenuwstelsels is dat door het centraal zenuwstelsel informatie wordt verwerkt, waarop een actie volgt, terwijl het perifere zenuwstelsel vooral dient als communicatienetwerk. De meeste signalen lopen vanaf de hersenen via het ruggenmerg. Zenuwcellen krijgen signalen door van receptoren van lichaamscellen en geven deze signalen verder door via elektrische prikkels, zoals bij telefoondraden. Die signalen zorgen ervoor dat er ergens anders een proces wordt geactiveerd. De prikkels tussen de verschillende zenuwcellen worden overgebracht door neurotransmitters, chemische stofjes, waarvan er verschillende bestaan.

HET AUTONOME ZENUWSTELSEL

Ons lichaam bestuurt gelukkig een heleboel lichaamsfuncties uit zichzelf, zonder dat wij daarover hoeven na te denken. De hartslag, de bloeddruk, de ademhaling en de temperatuur zijn processen die allemaal als vanzelf lijken te gaan. Deze processen worden vooral bestuurd in de hersenstam, een gedeelte beneden in de hersenen, waarin verschillende besturingscentra huizen, die elk een aparte functie hebben. Deze centra krijgen via de zenuwen prikkels door met informatie over een bepaald gebied, en kunnen dan prikkels via de zenuwen terugsturen om het goede functioneren te bewerkstelligen. Dit wordt als het autonome zenuwstelsel aangegeven. Sommige onderdelen van het autonome zenuwstelsel zijn het hiervoor genoemde centrale zenuwstelsel: de hersenen en het ruggenmerg, terwijl andere gedeeltes van het autonome zenuwstelsel deel uitmaken van het perifere zenuwstelsel.

HET SYMPATHISCHE EN HET PARASYMPATHISCHE ZENUWSTELSEL

Het autonome zenuwstelsel kunnen we in twee delen opsplitsen: het sympathische en het parasympathische zenuwstelsel. De hypothalamus heeft ook bij het functioneren van deze beide zenuwstelsels een aansturende functie. De beide zenuwstelsels werken tegengesteld aan elkaar, en op die manier worden bepaalde lichaamsprocessen in evenwicht gehouden. Het sympathische

deel heeft een stimulerende, activerende invloed op ons lichaam, en het parasympathische deel oefent een kalmerende, ontspannende invloed uit.

Dat wil niet zeggen dat het parasympathische deel processen stillegt, maar dat de aard ervan anders is. Bij stress bijvoorbeeld is het sympathische zenuwstelsel geactiveerd, waardoor onze spieren zich aanspannen zodat ze klaar zijn voor actie en het hart harder en sneller gaat kloppen om meer bloed rond te pompen. Onze spieren ontspannen zich weer als het parasympathische zenuwstelsel het seint krijgt dat ze signalen moeten doorgeven die de spieren laten ontspannen en de lever laten stoppen met het afgeven van suikers. Het parasympathische deel zorgt er ook voor dat het lichaam in staat is om stoffen op te nemen en op te bouwen. Onder invloed daarvan worden bijvoorbeeld extra spijsverteringssappen aangemaakt, kunnen de darmen hun peristaltische bewegingen maken, treedt er extra bloedtoevoer en -afvoer in het maag-darmkanaal op en kunnen de nieren hun filterende functie vervullen.

DE HERSENEN

Onze hersencellen zijn via lange uitlopers, axonen, met elkaar verbonden. De hersenen bestaan uit verschillende onderdelen: de grote hersenen, de kleine hersenen en de hersenstam. Aan de buitenkant bevindt zich de hersenschors, waar veel axonen bij elkaar komen. De hersenstam is het oudste gedeelte van de hersenen, en ligt onderaan de schedel in de nek en vormt de verbinding tussen de grote hersenen, de kleine hersenen en het ruggenmerg. In de hersenstam worden, zoals al eerder is genoemd, de belangrijkste functies geregeld om te kunnen bestaan en overleven.

Een aantal van deze functies heeft in grote mate met de spijsvertering te maken. Dat zijn: kauwen en slikken, proeven, speekselvorming en plassen. Er zijn twaalf paren hersenzenuwen, waarvan er tien in de hersenstam beginnen en zich vertakken naar diverse onderdelen van ons lichaam. De tiende hersenzenuw wordt de nervus

vagus genoemd. De nervus vagus is de krachtigste parasymphatische zenuw van het autonome zenuwstelsel en geeft prikkels door die invloed hebben op bijvoorbeeld de slijmvliezen, de bloedtoevoer in het maag-darmkanaal en de vochthuishouding in de nieren.

Een deel van de grote hersenen is het limbisch systeem, een van de oudste gedeelten van de hersenen, die ook in evolutionair perspectief gezien, nieuwere gedeelten heeft. De hypothalamus is daarvan een onderdeel, en ligt net onder de thalamus. De hypothalamus oefent invloed uit op de klier die er direct onder ligt, de hypofyse, en heeft een overwegend regulerende functie in het lichaam. De hypothalamus is betrokken bij bijvoorbeeld de bloeddruk en de hartslag, maar ook bij honger en dorst, en daarmee in feite bij de regulering van de energie- en vochthuishouding van het lichaam. De amygdala is een onderdeel van het limbisch systeem en bestaat uit verschillende onderdelen. De amygdala speelt een belangrijke rol bij de emoties agressie en angst, en is van belang voor het vormen en opslaan van herinneringen en emotionele situaties. In de amygdala worden ook prikkels van onze zintuigen verzameld en geïnterpreteerd. Het vermoeden bestaat dat onze reukzin ons vroeger waarschuwde voor gevaar.

HONGER EN DORST

Onze spijsvertering begint eigenlijk niet in onze mond, maar in ons hoofd. Ons lichaam krijgt een signaal door dat er eten en drinken nodig is. Dat signaal is weer afkomstig uit ons lichaam: uit het maag-darmkanaal en ons vetweefsel. Hoe het precies werkt, is nog niet volledig bekend. De manier waarop ons lichaam het evenwicht handhaaft tussen de aanvoer van energie en de afbraak en verbranding ervan, is uiterst ingewikkeld, maar het is wel bekend dat hormonen, peptiden, vanuit ons maag-darmkanaal en het vetweefsel een boodschap doorgeven aan de hersenen dat er nieuwe aanvoer van energie moet komen, eten dus. Zo maakt de maag bijvoorbeeld het peptide ghreline aan, en ons vetweefsel leptine. Die hormonen activeren het hongercentrum.

HET HONGERCENTRUM

Het hongercentrum is gelegen in de hypothalamus. De hypothalamus geeft op zijn beurt weer boodschappen door via neurotransmitters, chemische stoffen die als boodschappers fungeren tussen de zenuwcellen van de hersenen. Op het moment dat er extra energie nodig is in ons lichaam, geeft de hypothalamus via een neurotransmitter de boodschap door dat er gegeten moet worden. Als we genoeg gegeten hebben, komt de neurotransmitter serotonine vrij: dat geeft een gevoel van verzadiging en tevredenheid. Ook dorst wordt door de hypothalamus gestuurd. Als ons lichaam te weinig vocht bevat, zorgt dit voor veranderingen in de elektrolytenhuishouding van het lichaam. We krijgen dorst als we voelen dat we een droge keel hebben. De hypothalamus geeft de boodschap door dat we zin hebben in drinken.

We kunnen best lang zonder eten, zo'n vijftig tot zestig dagen. Het lichaam gaat dan spieren en vetten in ons lichaam afbreken. Echter, op een gegeven moment kan het lichaam zichzelf niet meer warm houden en krijgen de vitale organen, de hersenen en het hart, niet meer genoeg energie om hun werk te kunnen doen en dan gaan we uiteindelijk dood. We kunnen veel minder lang zonder drinken, maximaal een dag of drie.

Ook het zien, het ruiken, het je herinneren van de smaak (smaakherkenning) en het proeven van eten zorgen ervoor dat je zin krijgt om te eten.

SMAAKZIN

Onze smaak begint op onze tong, door middel van de smaakknoppen, die met het blote oog niet te zien zijn. Wat we wel zien, zijn kleine bobbeltjes op onze tong, de smaakpapillen. De smaakknoppen bevinden zich langs en tussen de papillen. Het zijn kleine groepjes cellen waar minuscule haartjes op zitten, die gevoelig zijn voor de verschillende smaken die ons voedsel heeft. Er zijn vier smaken te onderscheiden: zoet, zout, zuur en bitter. De smaakknoppen voor zoet zitten op het puntje van onze tong, de knoppen voor zout middenvoor en in het

midden op de zijkanten van de tong, de knoppen voor zuur meer achteraan op de zijkanten en de smaakknoppen voor bitter achterop de tong. De smaak bitter waarschuwt ons voor giftige stoffen, aangezien veel gifstoffen uit de natuur een bittere smaak hebben.

Nog niet zo lang geleden is er een vijfde smaak ontdekt, die unami wordt genoemd, het Japans voor 'hartig' of 'pikant'. De speekselafscheiding wordt gestimuleerd zodra we deze smaak waarnemen, en unami versterkt het ervaren van zout en zoute smaken. De smaak is gevoelig voor glutamaat, een van de twintig bouwstenen van de eiwitten in vlees, vis en groenten. Natriumglutamaat (mononatriumglutamaat, E621) is de bewerkte vorm waar de voedingsindustrie de smaak van snacks, sauzen en soepen mee versterkt, waardoor deze lekkerder lijken. De prikkels worden doorgestuurd naar de hersenschors en vervolgens naar de hypothalamus, waar het hongercentrum zit en de diverse reacties van het spijsverteringskanaal worden geregeld. Zo wordt door de hypothalamus bijvoorbeeld de speekselafscheiding aangestuurd als we iets lekkers proeven.

REUKZIN

Achter onze neusvleugels begint de neusholte, een grote ruimte die met lucht wordt gevuld als we inademen. Bovenin de neusholte bevinden zich de reukorganen, ook wel reukepitheel genoemd, bestaande uit miljoenen draadvormige zenuwcellen. Op elke reukcel zitten kleine trilhaartjes, cilia, die vastzitten in het slijmvlies, de huidlaag die ter bescherming zelf slijm aanmaakt, en onder andere de neuswand en de mond en keel bekleedt. De geurdeeltjes, in de vorm van moleculen, die door de lucht zweven, komen via inademing bij de reukorganen in de neusholte terecht. Daar hechten ze zich vast aan het slijmvlies en activeren de receptoren die op de cilia zitten. Vervolgens geven de reukcellen prikkels door die bij elkaar komen in de reukgolf, een gebied dat aan de voorkant van onze hersenen ligt. Vandaar uit gaan die prikkels naar de hersenen en komen in de amygdala terecht. De amygdala verbindt geuren met herinnerin-

gen, waarbij beelden, smaken, geluiden en emoties boven kunnen komen. Iemand kan bijvoorbeeld de geur van bietjes ruiken en opeens denken aan de gezellige keuken van zijn grootouders toen hij vijf jaar was, omdat die geur daar ook vaak hing.

DE MOND

De spijsvertering begint in de mond. In onze mond bevindt zich de tong, die zoals hiervoor al is beschreven, heel belangrijk is om het eten te proeven en te herkennen en om het spijsverteringssysteem op gang te brengen door meer speeksel aan te maken. Het afscheiden van het maagsap wordt dan al op gang gebracht via de tiende hersenzenuw, de nervus vagus. Vervolgens wordt de productie van gastrine op gang gebracht, dat de aanmaak van maagzuur stimuleert. Je kent waarschijnlijk wel de uitdrukking: het water loopt me in de mond. Dat gebeurt ook echt! Maar dat kan alleen wanneer je weet dat je dat waaraan je denkt, wat je ziet of wat je ruikt, lekker vindt. Ook de neus werkt er dus aan mee om ons te laten weten wat we eten en of we het lekker vinden.

Als we verkouden zijn, functioneert onze reukzin niet of nauwelijks en smaakt ons eten nergens naar. Dat zorgt er ook voor dat we minder trek hebben. Als we iets moeten proeven wat we niet kennen en waarvan we niet weten of het lekker is, maken we geen extra speeksel aan. Ons lichaam maakt zich wel helemaal klaar voor voeding dat het al kent. De ervaring van ons voedsel is dus heel belangrijk voor een goede spijsvertering. Als eten er niet lekker uitziet, niet lekker smaakt of onaangenaam ruikt, werkt het hele spijsverteringssysteem tegen, terwijl aangenaam voedsel ervoor zorgt dat het eten al bijna is opgenomen voordat we het in onze mond hebben gestoken. Het is belangrijk om de tijd te nemen voor een maaltijd, bewust elke hap in de mond te nemen en te genieten van de smaak, omdat dit de gehele opname van de voedingsstoffen ten goede komt. Haastig een maaltijd in onze mond proppen en snel doorslikken, zorgt ervoor dat we ons eten haast niet proeven, ruiken of zien!

HET GEBIT

De tanden zorgen ervoor dat er kleinere stukjes worden gemaakt van het voedsel dat je in je mond stopt. Dat is belangrijk, want hier begint al de eerste vorm van afbraak. Wat je mond al gedaan heeft, hoeft later niet meer te gebeuren. Onze maag en darmen vinden het niet zo fijn om grote brokken voedsel binnen te krijgen. Hoe beter je kauwt, hoe beter de hele spijsvertering verloopt. Daarom is het ook belangrijk dat het gebit goed is. Oudere mensen missen nog wel eens wat tanden of hebben een kunstgebit dat niet goed past. Daardoor kunnen zij minder goed kauwen, en dat heeft directe gevolgen voor de hele spijsvertering.

SPEEKSEL

Tijdens het kauwen wordt er speeksel geproduceerd, een soort vloeistof die ervoor zorgt dat het kauwen en slikken gemakkelijker gaat. Speeksel wordt aangemaakt door de speekselklieren, die zich in en rond de mondholte bevinden. Er zitten kleine kliertjes in de mond en drie speekselklieren aan zowel de rechter als de linkerkant net buiten onze mondholte. Via een soort afvoerbuisc komt het speeksel in onze mond terecht. We maken een tot anderhalve liter speeksel per dag aan! Speeksel bestaat uit water, elektrolyten, slijm en enzymen. Ook bevat het het enzym amylase, dat ervoor zorgt dat zetmeel, een complex koolhydraat in ons eten, al in onze mond begint te verteren. Ons speeksel heeft een pH-waarde van rond de zes.

ELEKTROLYTEN

Elektrolyten zijn zouten die zich binnen en buiten de lichaamscellen bevinden. Er is een bepaalde verdeling tussen binnen en buiten, wat de elektrolytenbalans wordt genoemd. De vloeistof buiten de cellen wordt extracellulaire vloeistof genoemd. Deze bestaat voornamelijk uit chloride, natrium en bicarbonaat. De intracellulaire vloeistof bevat vooral kalium, magnesium en calcium. De elektrolytenbalans zorgt ervoor dat stoffen de cel in en uit kunnen, dat de vochtbalans behouden wordt binnen en buiten de cellen, dat de cellen zelf goed kunnen functioneren, dat spieren en zenuwen goed functioneren

(waaronder het hart) en dat een aantal suikers en eiwitten opgenomen kunnen worden in het spijsverteringskanaal.

De elektrolytenbalans kan verstoord raken als er te weinig zouten in de voeding zitten, als er te weinig voedsel wordt gegeten of te weinig vocht wordt ingenomen. Dit komt sneller voor bij oudere mensen, die vaak minder trek hebben of zichzelf verwaarlozen. Maar ook mensen die zichzelf op een streng dieet zetten, lopen het risico om een verstoorde elektrolytenbalans te krijgen. Als je moet overgeven of diarree hebt, kan je lichaam te veel elektrolyten verliezen. Bekend is het middel ORS, dat ingenomen moet worden als iemand langdurig diarree heeft of veel braakt. Er zitten zouten en suiker in ORS, in dezelfde verhouding als in ons lichaam.

Ook een slechte nierfunctie kan ervoor zorgen dat er te veel elektrolyten verdwijnen via de urine. Bovendien zijn er geneesmiddelen die vochtafdrijvend werken, zoals plaspillen, en die als vervelende bijwerking hebben dat er een tekort aan elektrolyten optreedt. Er kan ook een teveel aan elektrolyten ontstaan door bijvoorbeeld medicijngebruik, verkeerde voeding of een slechte nierfunctie. Ook inwendige bloedingen en een afwijkende celproductie kunnen zorgen voor een overmaat aan elektrolyten.

ENZYMEN

Een enzym is een soort eiwit dat de functie heeft van katalysator. Een katalysator kan een reactie versnellen. Een enzym zorgt ervoor dat er een chemische reactie kan plaatsvinden in een cel of daarbuiten. Enzymen worden door levende organismen zelf aangemaakt, maar voor de productie van de meeste enzymen zijn wel bepaalde vitaminen nodig. Een enzym blijft ook na de chemische reactie bestaan, en kan daardoor telkens weer als katalysator fungeren. Het enzym verbindt zich tijdens zo'n chemische reactie met een aantal moleculen. Na nog een chemische reactie worden die moleculen afgebroken. Zo'n molecuul wordt substraat genoemd, datgene wat een reactie aangaat door middel van metabolisme. Op die manier worden voedingsstoffen als het ware door enzymen in

kleinere stukjes geknipt. Meestal is een enzym gericht op één soort substraat, maar er zijn ook enzymen die als katalysator kunnen dienen voor verschillende substraten.

Enzymen doen hun werk het beste onder bepaalde omstandigheden. Zo is de zuurgraad van groot belang, de pH-waarde van de omgeving waarin het enzym zich bevindt. De pH-waarde geeft aan hoe zuur een bepaalde oplossing op basis van water is. Als de pH-waarde te laag is, kunnen enzymen hun werk niet doen. De meeste enzymen zijn inactief als de temperatuur laag is. Eiwitten veranderen van structuur naarmate de temperatuur hoger wordt. Maar als de temperatuur te hoog is, boven de vijftig graden Celsius, lukt het ook niet meer. Als enzymen uit verschillende eiwitten zijn opgebouwd, met daarbij nog een co-enzym (een enzym dat essentieel is voor het al dan niet op gang brengen van de chemische reactie), zorgt de hoeveelheid co-enzym ervoor dat een chemische reactie sneller of trager verloopt.

Er zitten veel enzymen in verse, natuurlijke, niet bewerkte voedingsmiddelen. Bij verhitting boven de vijftig graden Celsius, worden ze vernietigd. Dus alle traditionele manieren om voedsel te verhitten zijn funest voor de enzymen in onze voeding. Ook het conserveren en bewaren van voeding is nadelig voor enzymen.

HET ZUUR-BASE-EVENWICHT

Het zuur-base-evenwicht in ons lichaam heeft alles te maken met de pH-waarde. Er bestaat binnen de medische wereld een meningsverschil over het effect van ons eten op de pH-waarde in het lichaam. Toch is het erg waarschijnlijk dat ons eten ook daar invloed op heeft. De pH-waarde is eigenlijk een manier om aan te geven hoeveel positief geladen waterstofionen een bepaalde stof bevat. Hoe meer ionen, hoe zuurder de stof. Dat wordt aangegeven met een pH-waarde onder de zeven. Zeven houdt in dat de pH-waarde neutraal is. Als de pH-waarde hoger is dan zeven, wordt de stof basisch genoemd. Maagzuur bijvoorbeeld heeft een pH-waarde van ongeveer twee, en is dus erg zuur, terwijl bloed een pH-waarde

van rond de zevenhalf heeft en dus licht alkalisch, een ander woord voor basisch, is.

Ons lichaam zorgt ervoor dat de pH-waarden in verschillende onderdelen van het lichaam constant blijven en de juiste zuurgraad hebben. Dat is nodig omdat bepaalde enzymen alleen bij bepaalde pH-waarden actief zijn. Ons bloed en de nieren spelen hierin een belangrijke rol. Als de pH-waarde van het bloed bijvoorbeeld daalt, daalt dus de pH-waarde in onze weefsels. Het lichaam lost dat op door zuurbuffers in te zetten, dat zijn stoffen die de zuurgraad reguleren. Belangrijke zuurbuffers zijn hemoglobine, albumine en bicarbonaat, maar ook een aantal mineralen speelt daarbij een rol. Als we ervoor zorgen dat een groot gedeelte van onze voeding basisch is, hoeft ons lichaam niet telkens de zuurbuffers in te zetten om de pH-waarde te reguleren. Dit komt onze gezondheid ten goede.

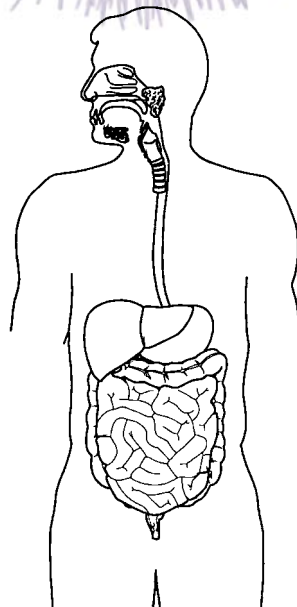
Ruud Nieuwenhuis heeft in zijn boek 'Vitamines en Zelfzorg' uitgebreid over het zuur-base-evenwicht geschreven. Hij legt uit dat voedingsmiddelen die zuur smaken, niet zuurvormend zijn, omdat de meeste zuren, bijvoorbeeld in citrusvruchten en appels, verloren gaan bij de energieverbranding, in de citroenzuurcyclus. Daarna blijven mineralen uit de voedingsproducten over, die juist helpen om de pH-waarde te reguleren. Het zijn juist zuren als fosforzuur en zwavelzuur, afkomstig van eiwitten, en oxaalzuur die niet verbrand worden. Het lichaam zal dan extra mineralen inschakelen om het bloed op de juiste pH-waarde te houden. Door geen overmatige hoeveelheden eiwitten te gebruiken, maar vooral groenten en fruit te eten, zal het lichaam ook minder mineralen verliezen. Vooral eieren zijn erg zuur, maar ook diverse soorten vlees.

ONS VOEDSEL VERVOLGT ZIJN WEG

Ons fijngemalen eten wordt vervolgens tot een bolletje, bolus genoemd, gemaakt. We duwen dat bolletje met onze tong steeds verder naar achter in onze mondholte, in de vorm van een spijsbrok, tot in onze keel. In onze keelholte zit het zachte gehemelte, dat naar boven gaat,

zodat de neusholte, die met de keel in verbinding staat, wordt afgesloten. Anders zou je eten in je neus krijgen. Als we het bolletje doorslikken, wordt de spijsbrok verder naar beneden gewerkt door onze tong en onze keelspiere(n), en sluit het strotklepje de luchtpijp af. Hier denken we dus niet bij na; het verloopt allemaal automatisch. Soms merk je dat er iets misgaat met dit mechanisme. Als je je verslikt terwijl je iets drinkt, omdat je tegelijkertijd slikt en lucht binnenlaat, kunnen de openingen naar de luchtpijp en het neusgedeelte vrijkomen. Je voelt dan dat je drinken op de verkeerde plek terecht komt, namelijk in je luchtpijp, en het drinken kan je letterlijk de neus uitkomen.

Vervolgens komt de spijsbrok in de slokdarm terecht. De spieren van de slokdarm zorgen ervoor dat het voedsel in de maag wordt geduwd. De bewegingen die de spieren van de slokdarm maken, zijn dezelfde als die van de darmen, en noemen we peristaltische bewegingen. Peristaltiek is een ander woord voor de knijpende beweging in een buisvormig orgaan, zoals de slokdarm en de darmen, en heeft tot doel voedsel voort te bewegen. Die spierbewegingen zijn zo krachtig dat we zelfs eten kunnen doorslikken terwijl we op ons hoofd staan.



Het spijsverteringskanaal

DE MAAG

Daarna komt ons voedsel in de maag terecht. Daar stopt de zetmeelafbraak. Ons speeksel, met het enzym amylase erin, heeft namelijk een neutrale pH-waarde van rond de zes à zeven, terwijl de maag door het zure maagsap een lage pH-waarde heeft van rond de één. Dus het enzym amylase kan op dat moment zijn werk niet meer doen. De maag heeft de vorm van een gebogen zak en kan verschillende vormen aannemen, afhankelijk van de houding waarin we ons bevinden, en van wat zich in de maag bevindt. Om de maag heen zit het buikvlies, dat ervoor zorgt dat onze maag kan inkrimpen en uitzetten.

Het maagsap vormt een soort chemische fabriek met sterk werkende stoffen. Hoeveel maagsap er wordt afgescheiden, wordt bepaald door impulsen die door zenuwen worden doorgegeven, door het feit of de maag voedsel bevat en door het afscheiden van hormonen. Maagsap bestaat vooral uit zoutzuur. Zoutzuur doodt een groot aantal bacteriën die zich in ons eten bevinden, en zorgt ervoor dat het voedsel verder wordt afgebroken. Als er voedsel in de maag terechtkomt, ontstaan na ongeveer vijftien minuten peristaltische bewegingen van de spierwand, zodat het voedsel in steeds kleinere stukjes wordt afgebroken.

De maag heeft een dikke wand ter bescherming. Het maagzuur mag immers niet wegstromen; dat zou voor ernstige beschadigingen van de buikholte kunnen zorgen. Maagzuur kan ook beschadigingen veroorzaken aan de maag, de slokdarm en de twaalfvingerige darm. Er zit overigens een laagje slijmvlies op de maagwand, dat door de maagwand zelf wordt aangemaakt, de mucus. De mucus bekleedt de maagwand, de slokdarm en de darmen, maar als deze, door wat voor een oorzaak dan ook, aangetast raakt door het maagzuur, kan het onderliggende weefsel beschadigd raken.

De maagcellen worden door het hormoon gastrine ook gestimuleerd tot het afscheiden van pepsinogeen, dat wordt omgezet in het enzym pepsine. Pepsine is een

enzym dat eiwitten in onze voeding helpt afbreken tot peptonen. En de maag produceert nog een ander enzym: lipase. Lipase zorgt ervoor dat vetten worden afgebroken. Daarnaast is er nog een glycoproteïne (een eiwit met daaraan gekoppeld polysacchariden) dat onze maagwand kan aanmaken, die intrinsic factor wordt genoemd en ervoor zorgt dat ons lichaam vitamine extrinsic factor, vitamine B12, kan opnemen en inzetten voor verschillende processen. Het verwerken van het voedsel in de maag duurt zo'n drie tot vier uur, maar bij een zware maaltijd, die veel vetten bevat, kan het wel zeven tot acht uur duren voordat de voedselbrij gedeeltelijk verteerd is.

DE TWAALFVINGERIGE DARM

De voedselbrij, die nu half verteerd is en chijm of chymus genoemd wordt, gaat in kleine hoeveelheden vanuit de maag via de sluitspier van de maagportier naar de twaalfvingerige darm, ook wel duodenum genoemd. De sluitspier zorgt ervoor dat het chijm niet terug kan vloeien in de richting van de maag. De twaalfvingerige darm vormt het bovenste gedeelte van de dunne darm. De dunne darm bestaat uit drie delen: het duodenum, het jejunum, ook de nuchtere darm genoemd, en het ileum, de kronkeldarm.

Het duodenum ligt tegen de rechterkant van de alveesklier aan. Er zitten twee spierlagen in de darmwand, die ervoor zorgen dat het voedsel verder wordt geduwd. Bovendien bevinden zich daar ook de klieren van Brunner. Deze kliertjes geven extra slijm af, want de voedselbrij die uit de maag komt, is nog heel erg zuur. Het slijm beschermt de wand van het duodenum tegen beschadiging. In het duodenum, dat niet zo lang is, maar ongeveer vijftwintig centimeter, wordt de voedselbrij verder verteerd door sappen die door de alveesklier en galblaas worden geproduceerd en via buisjes uitkomen in de twaalfvingerige darm. Ook maken de klieren van Lieberkühn, die in de binnenkant van het duodenum zitten, een basische stof aan die spijsverteringsenzymen bevat en die bovendien neutraliserend werkt op het met maagzuur vermengde voedsel.

EPITHEELWEEFSEL

Epitheelweefsel wordt gevormd door een laag dicht op elkaar zittende cellen. Er kan niets doorheen dringen. Dit type weefsel is overal te vinden waar ons lichaam in aanraking komt met een bepaalde omgeving. De buitenste laag van onze huid bestaat bijvoorbeeld uit epitheelweefsel, maar ook een groot gedeelte van ons ademhalingsstelsel dat via de lucht in contact staat met buiten, ons spijsverteringssysteem, dat via eten contact maakt met onze omgeving, en de nierbuisjes. Ook klieren bestaan uit epitheelcellen. De laag cellen van het epitheelweefsel zorgt ervoor dat het lichaam beschermd wordt en dat er tegelijkertijd stoffen kunnen worden opgenomen en/of afgegeven. De dunne darm is dus ook bekleed met epitheelweefsel.

DE ALVLEESKLIER

De alvleesklier, ook wel pancreas genoemd, ligt onder de lever en heeft de vorm van een kronkelige dikke wortel. De verteringsenzymen en de alkalische sappen worden via de alvleesklierbuisjes van de alvleesklier naar de twaalfvingerige darm getransporteerd, die ertegenaan ligt. De centrale buis vanuit de alvleesklier en de galbuis van de galblaas komen samen uit in het duodenum bij de Papil van Vater. In de alvleesklier worden verteringsenzymen aangemaakt en een alkalische vloeistof die ervoor zorgt dat bepaalde enzymen hun werk kunnen doen. Je zou kunnen zeggen dat ons lichaam qua zuurgraad uit twee delen bestaat: het gedeelte tot en met de maag is zuur, en het gedeelte beneden de maag is niet zuur. Daarom zijn de alvleeskliersappen alkalisch, niet-zuur, wat er voor zorgt dat de pH-waarde in het duodenum daalt. Het maagsap heeft zich immers vermengd met de voedselbrij en heeft het dus zuur gemaakt.

Door het maagsap te neutraliseren, kunnen in dit gedeelte van het lichaam andere enzymen actief worden. In de alvleeskliersappen bevinden zich enzymen zoals pancreas-amylase (de opvolger van speeksel-amylase), trypsine, natriumbicarbonaat en pancreas-lipase. Trypsine zorgt ervoor dat peptonen verder worden afgebroken.

Pancreas-amylase zorgt ervoor dat de al half afgebroken vormen van zetmeel, amylose genoemd, verder worden afgebroken. Natriumbicarbonaat zorgt ervoor dat de zuurgraad van de spijsbrij wordt geneutraliseerd. Ook gaat daardoor de sluitspier telkens even open om nieuw voedsel vanuit de maag door te laten. Lipase helpt bij het afbreken van vetten tot glycerol en vetzuren. Maar vetten worden niet zo gemakkelijk afgebroken, omdat ze niet oplossen in de waterige vloeistoffen met voedselresten in ons spijsverteringsstelsel. Daarom hebben we gal nodig.

DE GALBLAAS

Gal is geelgroenig van kleur en wordt in de lever aangemaakt door de levercellen, in een hoeveelheid van ongeveer een liter per dag. Het wordt in de galblaas opgeslagen. Vervolgens wordt de gal door de galgang gestuurd en belandt in het duodenum. Gal heeft een dubbele functie, want behalve dat het onderdeel uitmaakt van het spijsverteringssysteem, is het ook een onderdeel van het ontgiftingssysteem van het lichaam. Met de gal worden namelijk resten van bloedcellen afgevoerd, de bilirubine. Gal bestaat voor het grootste gedeelte uit water en bevat daarnaast galzouten, minerale zouten, cholesterol en bilirubine.

In de galblaas wordt de gal sterk geconcentreerd, doordat het grootste gedeelte van het water eruit wordt gehaald. Het resultaat is een slijmachtige massa. Als je hebt gegeten, trekt na ongeveer een half uur de galblaas zich samen, zodat er gal richting het duodenum gaat om de spijsvertering te helpen ondersteunen.

Galzouten helpen bij het oplossen van vetten, van cholesterol en van de vetoplosbare vitaminen A, D, E en K. Ook zorgen galzouten ervoor dat de dikke darmwand water doorlaat, zodat de voedselbrij niet hard wordt en met behulp van de peristaltische bewegingen kan worden voortbewogen. De galzouten worden afgegeven via de galblaas. Het grootste gedeelte van de galzouten wordt daarna in het laatste gedeelte van de dunne darm, het ileum, opgenomen en gaat vervolgens terug naar de

lever. Daar stimuleren ze de aanmaak van meer gal, en houden dus de galstroom op gang. Vervolgens worden ze opnieuw ingezet in het lichaam. Dit wordt de entero-hepatische ofwel darm-leverkringloop genoemd. Het overige, kleine, gedeelte van de galzouten wordt verder via de ontlasting afgevoerd.

CHOLESTEROL

Cholesterol is een vette stof dat het lichaam zelf aanmaakt, voornamelijk in de lever. Cholesterol wordt vrijwel altijd geassocieerd met ongezond zijn, maar de meeste cholesterol in ons lichaam wordt door ons lichaam geproduceerd en slechts een klein gedeelte komt via onze voeding het lichaam binnen. Het lichaam heeft cholesterol namelijk hard nodig. Het wordt gebruikt voor het immuunsysteem, de spijsvertering, de opbouw van cellen en de aanmaak van vitamine D, gal en verschillende hormonen.

AFBRAAK VAN VETTEN

Op het moment dat ons voedsel vetten bevat en in het duodenum terecht is gekomen, wordt een prikkel afgegeven in de galblaas en wordt een hormoon vrijgegeven, cholecystokinine. Dit hormoon zorgt ervoor dat de gal, die is opgeslagen in de galblaas, via de galgang naar het duodenum wordt getransporteerd. De gal dient als emulgator. Dat betekent dat de brokjes vet in hele kleine vetdruppeltjes worden omgezet en waterige en vette stoffen met elkaar worden verbonden. Hierdoor kan het enzym pancreas-lipase (er bestaan verschillende typen lipasen, zoals ook lever- en maag-lipase), dat zich in het alveessap bevindt, de vetmoleculen afbreken tot glycerol enerzijds en vetzuren anderzijds. De resultaten zijn uiteindelijk losse vetmoleculen, brokstukken van vetmoleculen, glycerol, en vetzuren. Ook die lossen nog steeds niet op in de waterige brij, maar de galzouten helpen ook hier weer een handje door ze toch een beetje oplosbaar te maken.

BILIRUBINE

Bilirubine, een galkleurstof, is het geelgekleurde afbraakproduct van hemoglobine, de kleurstof die ons bloed rood kleurt. Bilirubine is giftig en moet dus worden afgevoerd. De bilirubine wordt door de lever uit ons bloed gehaald, uitgescheiden via de gal en vermengd met de voedselbrij, zodat het later als ontlasting ons lichaam kan verlaten. In de darmen wordt bilirubine omgevormd tot urobilinogeen. Door oxidatie, contact met zuurstof, verandert het in stercobiline en geeft onze ontlasting de bruine kleur. Ook in de nieren komt een gedeelte van het urobilinogeen in contact met zuurstof. Daarbij wordt het omgezet tot urobiline, dat de gele kleur aan onze urine geeft. Wanneer de galblaas of de lever niet goed functioneert, blijft er te veel bilirubine achter in het bloed, omdat het niet wordt afgevoerd. De ontlasting wordt dan bleker en grijzer van kleur. Als de galwegen geblokkeerd zijn, kan er ook geen geoxideerde bilirubine worden meegegeven, en wordt er meer urobilinogeen omgezet in urobiline in de nieren, waardoor de urine donkerbruin kleurt.

DE DUNNE DARM

Als de voedselbrij weer wat verder is afgebroken in het duodenum, gaat ze verder naar het tweede gedeelte van de dunne darm, het jejunum. Het jejunum is behoorlijk lang, wel tweeënhalve meter. Hier krijgt het lichaam de mogelijkheid alle voedingsstoffen via de darmwanden op te nemen in het bloed, en water en afvalstoffen achter te laten. De darmwand van de dunne wand heeft een heel speciale structuur. Er zitten namelijk darmvlokken op, officieel villi genoemd. Dat zijn dicht op elkaar zittende kleine uitstulpingen, die ongeveer één millimeter lang zijn en waar ook nog kleine trilhaartjes, cilia, op zitten. Al die darmvlokken met trilhaartjes zorgen ervoor dat er een heel groot oppervlak ontstaat, dat in contact komt met de voedselbrij. Bovendien zitten er plooien in de darmwand, verdikkingen die het oppervlak nog groter maken, en crypten, holtes of instulpingen, die tussen de darmvlokken in liggen. Door al die plooien, darmvlokken en trilhaartjes is het oppervlak wel zeshonderd keer groter dan wanneer de dunne darm glad zou zijn. De darmvlok-

ken nemen alle voedingsstoffen op en brengen die via de bloedvaatjes in de grote bloedbaan, richting de lever.

Aangezien de voedingsstoffen in het bloed moeten worden opgenomen, is het belangrijk dat de bloedtoevoer goed is. Om die reden zitten het jejunum en het ileum, die lange buis van verschillende meters, aan de achterkant van de buikwand vast aan het mesenterium, ook wel darmvlies of darmscheil geheten. Door het mesenterium lopen de slagaders en aders die het bloed transporteren. De aders die van het jejunum en de rest van de dunne darm afkomen, lopen naar de lever en vormen daar de poortader. Dus alle voedingsstoffen die worden opgenomen komen eerst in de lever aan. Het passeren van de voedselresten door het jejunum en het ileum tezamen duurt gemiddeld een uur of twee uur, maar kan ook zes uur in beslag nemen.

De voedselresten worden hier alkalisch gemaakt, en er worden zo veel mogelijk voedingsstoffen opgenomen door middel van enzymen en het darmsap. Het darmsap wordt door de crypten van Lieberkühn gemaakt. Deze liggen tussen de villi in en kunnen wel twee tot drie liter sap per dag aanmaken. In darmsap zitten water, slijm en enterokinase, een enzym dat trypsinogeen helpt omzetten in trypsine. Erepsine is een mengsel van proteïnasen en zorgt ervoor dat eiwitten zich verder tot aminozuren kunnen afbreken. Disacchariden helpen andere disacchariden verder af te breken tot monosacchariden.

KRONKELDARM

Het laatste gedeelte van het spijsverteringssysteem is de kronkeldarm of ileum. Hierna volgt de dikke darm. Het ileum is ongeveer drieënhalve meter lang en vormt daarmee ongeveer de helft van de totale lengte van de dunne darm. De bekleding van de kronkeldarm is hetzelfde als die van de rest van de dunne darm. De darmwanden zijn dus bedekt met epitheelweefsel met kleine trilhaartjes, de villi, die alle voedingsstoffen goed kunnen opnemen. Hier worden de vertering en opname van de voedselbrij voltooid.

DE LEVER

De lever is een groot orgaan. Hij weegt bij een volwassene rond de anderhalve kilo. Hij bevindt zich hoog in de buikholte, in de rechterbovenhoek. De lever is onze grootste klier en is van wezenlijk belang voor onze gezondheid, want hij werkt als een chemische fabriek, die zowel schadelijke chemische stoffen uit het lichaam verwijdert, als nuttige voedingsstoffen aanmaakt, opslaat en doorstuurt. Ook zorgt de lever voor een constante lichaamstemperatuur, door het bloed te verwarmen dat door de lever stroomt. Verder maken de levercellen gal aan. De gal wordt via hele kleine galbuisjes, de canaliculi, via de galgang naar de galblaas vervoerd.

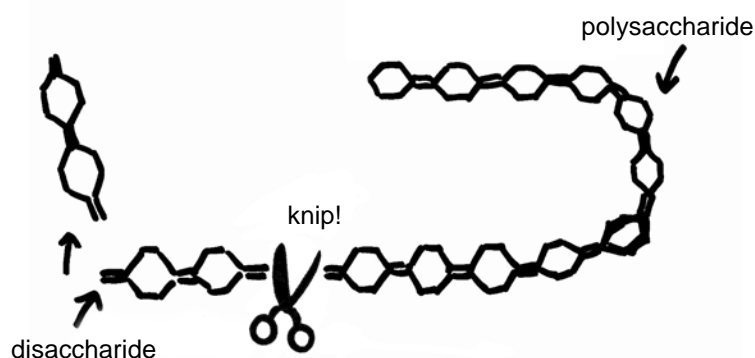
Via de leverslagader krijgt de lever bloed toegevoerd waarin zuurstof en voedingsstoffen zitten. Via de poortader komt al het bloed binnen dat van de darmen afkomstig is. Het bloed gaat eerst door de lever voordat het verder stroomt naar het hart en de longen. Via de leverader verlaat het bloed de lever. Er lopen veel bloedvaten door de lever om ervoor te zorgen dat de lever zijn werk van opname, opslag en afgifte van stoffen, en verwarming van het bloed voor de lichaamstemperatuur, goed kan volbrengen. De lever heeft twee kwabben, een linker- en een rechterkwab, en die bestaan ieder uit duizenden lobjes. Elk lobje bestaat weer uit een heleboel levercellen, de hepatocyten. In elk lobje zitten talloze kanaaltjes waar het bloed doorheen stroomt. Die kanaaltjes worden sinusoiden genoemd. Als het bloed door een lobje stroomt, wordt dat bloed door de levercellen onder handen genomen. De levercellen zorgen er op die manier voor dat stoffen worden afgebroken en omgezet.

DIVERSE TAKEN

De spijsvertering is bij wijze van spreken in drie delen opgesplitst: de zetmeelhuishouding, waarin de koolhydraten uit de voeding worden afgebroken, de vetzuurhuishouding, waarbij vetten met behulp van enzymen en hormonen worden afgebroken, en de eiwithuishouding, die de eiwitten tot aminozuren afbreekt. De lever speelt een centrale rol in de opname en omzetting van vetten,

eiwitten en suikers. Ook kan de lever suikers, vetten en aminozuren opslaan tot het moment dat ze nodig zijn. De eiwitten die door het bloed worden aangevoerd, komen in de hepatocyten terecht, waar ze door enzymen worden omgezet in aminozuren, de basale bouwstenen. De lever maakt alle eiwitten aan die zich in het bloedplasma bevinden: albumine, fibrinogeen en globuline. Ook is de lever in staat aminozuren, de kleinste bouwstenen van eiwitten, in bepaalde andere aminozuren om te zetten. Dit wordt transaminering genoemd. Aminozuren kunnen overigens ook worden omgezet in vetten of glucose, en weer terugbelanden in het bloed om hun weg te vervolgen. Het lichaam kan dus die aminozuren voor talloze processen en onderdelen gebruiken.

Bepaalde suikers in het bloed, zoals galactose en fructose, die nog verder kunnen worden afgebroken, worden omgezet in glucose, de makkelijkst opneembare vorm van suiker voor het lichaam. Het teveel aan glucose dat niet direct nodig is, wordt in de vorm van glycogeen opgeslagen in de lever. Als de hersenen geen suiker meer aangevoerd krijgen, ontstaan er beschadigingen aan de hersencellen, dus er moet altijd suiker voorhanden zijn in het lichaam. Ook maakt de lever de vervoermiddelen aan waarmee vetstoffen door het lichaam kunnen worden vervoerd, de lipoproteïnen. De lever zet vetstoffen om in andere vetstofjes en stuurt deze met lipoproteïnen als vervoermiddel weer de bloedbaan in, om ergens in het lichaam hun functie te vervullen. Vet is verder een bron van energie, dus er wordt een beetje vet opgeslagen als energiereserve.



AFVALVERWERKING

Bij alle genoemde processen ontstaat afval, net als bij een gewone chemische fabriek. Giftige stoffen die afkomstig zijn van medicijnen, pesticiden uit voeding, bacteriën en andere ongezonde stoffen waar ons lichaam niets mee kan, worden door de lever afgevoerd en via de gal en/of de urine uitgescheiden. Er zitten speciale cellen op de leveraders, zogenaamde Kupffercellen, die in staat zijn lichaamsvreemde stoffen uit het bloed te halen. Ze verwijderen bijvoorbeeld bacteriën uit het bloed, maar ook rode bloedcellen, die niet meer nodig zijn. De levercellen zorgen er vervolgens voor dat die stofjes verder worden omgezet, en via de gal worden afgevoerd. Zo is het afvalproduct van eiwitten, ammonium, een giftige stof. De levercellen zetten ammonium om in ureum, dat onschadelijk is en weer terugkomt in het bloed. Bloedafval, vetafvalstoffen, alcohol en medicijnresten gaan met de gal mee het lichaam uit.

DE SUIKER- OF ZETMEELHUISHOUDING

Deze cyclus begint met polysacchariden, voedselproducten die zetmeel bevatten, zoals granen en aardappelen. In de mond worden de zetmeelmoleculen met behulp van speeksel-amylase al een klein beetje afgebroken tot kleinere brokjes. In de maag en vervolgens in de darmen worden de moleculen met behulp van alvleesklier-amylase in nog kleinere stukjes opgesplitst tot glucose, fructose en galactose, totdat ze door de darmwand kunnen worden opgenomen en in de bloedbaan terecht komen. Daarna worden ze naar de lever gebracht, waar de levercellen met behulp van de enzymen lever-amylase, fructase en galactase, de fructose en galactose in de allerkleinste stukjes kunnen opsplitsen: monosacchariden, ofwel glucose. Dit is de vorm die het lichaam direct op kan nemen in de cellen. Het lichaam moet ervoor zorgen dat zich een bepaalde hoeveelheid suiker in het bloed bevindt voor verschillende lichaamsprocessen. De rest wordt, zoals gezegd, opgeslagen in de lever en in de spieren als glycogeen. Het lichaam is bij gebrek aan voldoende glucose in staat om uit eiwit ook glucose te maken, en een teveel aan glucose wordt omgezet in vet en opgeslagen als vetweefsel.

INSULINE

Om glucose op te laten nemen door de cellen, is er een speciale stof nodig, insuline. Insuline is een hormoon dat door de alvleesklier wordt aangemaakt. Het wordt geproduceerd door speciale cellen, de B-cellen van de eilandjes van Langerhans. De A-cellen van diezelfde eilandjes van Langerhans maken de tegenhanger, glucagon, dat ervoor zorgt dat er geen glucogeen meer wordt gemaakt, zodat er weer glucose in het bloed kan komen. Insuline wordt door de alvleesklier direct aan het bloed afgegeven. De insuline werkt simpel uitgelegd als een boodschapper, die naar de celwand toegaat en een 'Sesam open u' uitspreekt bij het juiste 'poortje', waardoor opeens allerlei openingetjes in de celwand ontstaan en de suiker naar binnen kan.

Op een celwand zitten namelijk verschillende receptoren. Een receptor is een soort kluisdeur met een speciaal sleutelgat, dat alleen specifieke stoffen accepteert. Er zijn bepaalde hormonen nodig die deze receptoren activeren. Als een molecuul insuline zich aan de goede receptor hecht, ontstaat er een chemische reactie, waarbij er een signaal wordt afgegeven in de cel. Door dat signaal komen er glucosedragers in actie. Glucosedragers zijn een soort poortjes die suikermoleculen naar het binnenste van de cel kunnen laten gaan. Sommige dragers zitten al aan de buitenkant van de cel, maar er zijn ook een aantal dragers die wachten in een soort blaasjes midden in de cel of in endosomen, grotere voorraadplekken.

De dragers bewegen zich met dat blaasje naar buiten toe, en versmelten met blaasje en al met de celwand, zodat de dragers aan de buitenkant komen te liggen en de glucose door de dragers heen naar binnen kan. Als er genoeg glucose is opgenomen, wordt de hoeveelheid insuline in het bloed ook minder. Als reactie daarop stopt het signaal voor de glucosedragers en beweegt de celwand zich in kleine instulpinkjes naar binnen, teneinde weer blaasjes te vormen die weer naar het centrum van de cel toe bewegen in de vorm van endosomen, om

te wachten op de volgende keer dat er glucose moet worden opgenomen.

DE BLOEDSUIKERSPIEGEL

Het is dus belangrijk dat het suikergehalte in het bloed zo constant mogelijk blijft. Glucose is de belangrijkste macronutriënt voor ons lichaam. Onze zenuwcellen zijn er volledig van afhankelijk en onze hersenen kunnen slecht zonder. Het suikergehalte wordt de bloedsuikerspiegel genoemd. Als we voedsel eten waar suikers in zitten, komt de suiker uiteindelijk via darmen en lever in de bloedbaan terecht. De eilandjes van Langerhans zijn inmiddels geactiveerd om insuline aan te maken en zorgen ervoor dat de extra glucose de cellen in wordt geloodst. De insuline verlaagt dus het glucosegehalte in het bloed. Aan de andere kant is er een aantal hormonen, waarvan de belangrijkste adrenaline en cortisol zijn, alsmede een groeihormoon, die het glucosegehalte in het bloed juist kunnen verhogen.

In de cellen wordt de glucose door de verbinding met zuurstof verbrand en dat levert energie op, de eerder besproken ATP-moleculen, die de cellen in kunnen zetten op het moment dat er energie nodig is. De restproducten zijn kooldioxide en water. Water wordt gewoon weer opgenomen in het bloed en het kooldioxide wordt via ons bloed afgevoerd naar de longen, waarna het wordt uitgeademd via de mond. Zo is de cirkel dus rond!

WAT GEBEURT ER ALS JE REGELMATIG SNELLE SUIKERS EET?

Je zou zeggen dat het lichaam bij het gebruik van snelle suikers minder energie nodig heeft om de suikers tot monosacchariden af te breken en dat die suikers sneller worden opgenomen. Dat is ook zo, maar het probleem is ook dat de bloedsuikerspiegel heel snel stijgt, waardoor extra veel insuline wordt aangemaakt. Het lichaam wil immers dat het glucosegehalte zo snel mogelijk weer een normale waarde krijgt. Hoe vaker en hoe meer snelle koolhydraten worden gegeten, hoe meer plotselinge pieken dit geeft en hoe harder het lichaam zijn best moet doen om

de bloedsuikerspiegel weer omlaag te brengen. Een piek in de bloedsuikerspiegel heeft als reactie een sterke daling ervan. Immers, de grote hoeveelheid insuline die het lichaam opeens aanmaakt, zorgt ervoor dat vervolgens de bloedsuikerspiegel weer te laag wordt. Het beste is om zo veel mogelijk complexe koolhydraten (langzame suikers) te eten. Deze worden langzaam verteerd en opgenomen, zodat telkens maar kleine beetjes insuline hoeft te worden aangemaakt.

HYPOGLYKEMIE

Hypoglykemie is een aandoening waarbij sprake is van een bloedsuikerspiegel die uit balans is, waardoor het glucosegehalte in het bloed regelmatig te laag is. Het lichaam, zoals de hersenen en de spieren, krijgen dan te weinig suiker aangevoerd. Dit geeft klachten als duizeligheid, moeheid, spierslakte, stemmingswisselingen, hoofdpijn en dorst. Hypoglykemie is een aandoening die serieus genomen moet worden. Het verstoorde evenwicht in de suikerstofwisseling kan een voorbode zijn voor diabetes, hoewel diabetes precies het tegenovergestelde is, namelijk een te hoog glucosegehalte in het bloed.

Insuline en glucose zijn giftig en de lichaamsweefsels beschadigen raken beschadigd als er te veel van in het bloed blijft zitten. Daarom heeft iemand met suikerziekte een groter risico op oogaandoeningen, vaataandoeningen en nierschade. Ook lijdt een teveel aan insuline en glucose tot zwaarlijvigheid, omdat er te veel glycogeen wordt opgeslagen. Insuline geeft immers ook het signaal aan de lever door dat er glucose moet worden opgeslagen.

DE GLUCOSEBUFFER

Met de glucosebuffer worden twee reacties van de lever bedoeld om de bloedsuikerspiegel te reguleren. De eerste is glycogenogenese, meestal afgekort tot glyco-genese. Tijdens dit proces wordt glucose onder invloed van insuline, en met behulp van de enzymen fructase en galactase, omgezet in glycogeen, dat in de lever

en spieren wordt opgeslagen. De tweede reactie wordt glycogenolyse genoemd. Hierbij wordt glycogeen onder invloed van de twee hormonen glucagon, afkomstig uit de alveesklier, en adrenaline afkomstig uit de bijnieren, omgezet in glucose. Op die manier kan zo'n tweehonderd gram glucose worden opgeslagen in of worden afgegeven aan de lever, en in de skeletspieren kan zelfs een totaal van tweehonderdvijftig gram glucose worden bewaard. Aangezien we per dag een minimum van honderdvijftig gram glucose nodig hebben om te kunnen overleven, vormt dat een goede noodvoorraad.

GLUCONEOGENESE

Gluconeogenese is een reactie onder invloed van het hormoon cortisol, dat in de lever plaatsvindt en waarbij andere stoffen worden omgezet dan normaal het geval is, vandaar de toevoeging 'neo'. Deze reactie vindt plaats als er een chronisch tekort is aan glucose in het bloed en de voorraad suiker in de lever en de spieren eveneens op is. Het spierweefsel kan dan worden aangesproken om aminozuren te leveren, die vervolgens in glucose worden omgezet. Het spierweefsel wordt dan inderdaad afgebroken omwille van meer energie. Glycerol en vetzuren worden gehaald uit vetweefsel of uit het voorraadjie in de lever en worden in glucose omgezet. Er bevindt zich nog een stof in onze spiercellen, melkzuur, dat overblijft na de energieverbranding. Ook melkzuur kan worden gebruikt voor de aanmaak van glucose.

KETONEN

Tijdens de populariteit van het Atkins-dieet had half Nederland het opeens over ketonen. Het Atkins-dieet houdt kort gezegd in dat er heel weinig koolhydraten worden gegeten en veel eiwitten en vetten, zodat het lichaam overstapt op een andere vorm van verbranding en gewichtsverlies ontstaat. Als het lichaam niet genoeg koolhydraten krijgt aangevoerd om te verbranden, de favoriete vorm van energie, stapt ons lichaam over op het verbranden van de eigen vetreserves. Vetten bestaan uit glycerol en vetzuren. Glycerol wordt dan afgebroken tot glucose en de vetzuren worden in de lever afgebroken tot

ketonen. Bij de verbranding van ketonen komt aceton vrij, een giftige stof die een verzurende invloed heeft op het lichaam. Het lichaam probeert die giftige stof uiteraard kwijt te raken. Het aceton wordt daarbij via de nieren en de longen afgevoerd. De adem van iemand die op een te streng dieet leeft, of een ouder of ziek persoon die te weinig eet, kan daardoor naar aceton ruiken. Of het Atkins-dieet een gezonde manier van afvallen is valt dus te betwijfelen! Op een wat gezondere manier gebruikt het lichaam zelf ketonen, wanneer er niet zo veel glucose ter beschikking is. Dan worden er ketonen uit onze vetweefsels, onze energievoorraad, gehaald en naar de lever vervoerd. Daar worden ze omgezet in ketonlichamen en terug in de bloedbaan gebracht, om extra energie te leveren aan de organen die de energie op dat moment het hardst nodig hebben.

LIPOGENESE

De lever kan ook glucose omzetten in vetten (lipogenese), die een beetje in de lever en voor de rest in het vetweefsel wordt opgeslagen. Dit is het geval als er genoeg glucose is en er niets meer door de lever en de spieren kan worden opgeslagen. Dit gebeurt onder invloed van het hormoon insuline.

Deze minicursus is een module uit de SORAG cursus Werken met je Innerlijke Kracht.

Wil je meer weten over deze cursus, surf dan naar www.sorag.nl en lees hier de uitgebreide informatie. Ook kun je hier een proefles van deze cursus downloaden.

