

Kapitel 4

Kolhydrater – socker eller kedjor av socker

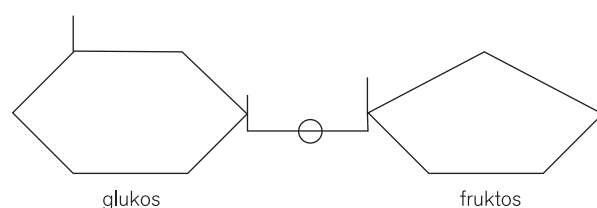
Socker

Under fotosyntesen tillverkar de gröna växterna de enkla sockerarterna druvsocker (glukos) och fruktsocker (fruktos). Vår stora energikrävande hjärna använder delvis glukos som bränsle och bland annat därför måste blodet alltid innehålla en viss mängd glukos. Glukos och fruktos smakar sött vilket betyder att våra smakreceptorer ger signaler till hjärnan att socker är en viktig energikälla.

Under stenåldern hade människorna huvudsakligen tillgång till fruktsocker i söta frukter, bär och honung. Fruktsocker ger en långsam tillförsel av socker till blodet eftersom det först måste omvandlas till glukos i levern och om levern tillförs stora mängder fruktos omvandlas det direkt till fett. Rörsocker består till hälften av fruktos. HFCS, raffinerad majsstärkelse, som numera är det vanligaste sockret i industrimaten och i söta drycker, innehåller mer fruktos än glukos och är därför sötare än rörsocker. Koncentrerat (raffinerat) fruktsocker som ibland används som sötningsmedel bidrar ännu effektivare till uppkomsten av övervikt och fetma.

Vissa växter lagrar socker genom att sätta ihop två sockermolekyler till en dubbel sockerart, sockerröret och sockerbetan tillverkar rörsocker av en molekyl glukos och en molekyl fruktos. Det fanns inte så mycket rörsocker i stenåldersmaten. Det

raffinerade rörsockrets glukos ger i dag en alltför kraftig höjning av blodets sockerhalt.

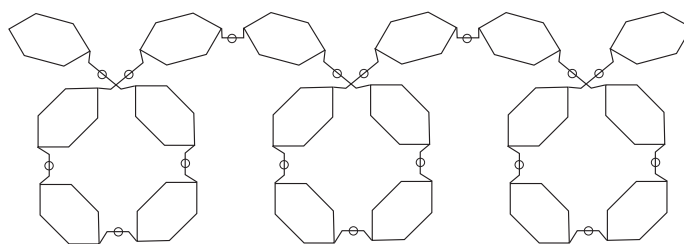


sackaros

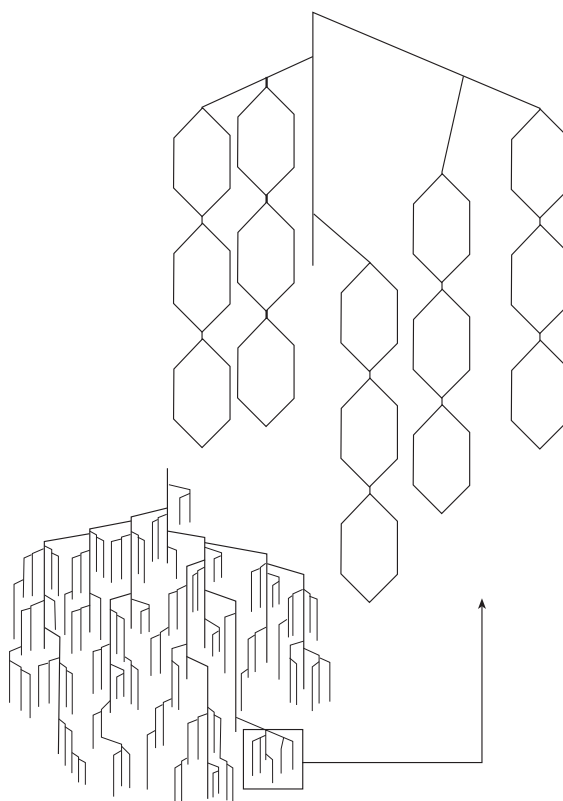
Sockerkedjor (stärkelse och cellulosa)

De flesta växter lagrar socker i form av stärkelse som är långa kedjor av glukosmolekyler. I stärkelsearten amylos bildar kedjan en tät spiral. Det tar tid för vår matsmältning att sönderdela kedjan till glukos. Amylos levererar därför sockret till blodet i en relativt långsam takt. Stärkelsearten amylopektin består däremot av raka och förgrenade kedjor av glukosmolekyler som efter värmebehandling ger en mycket snabb och kraftig förhöjning av blodssockret.

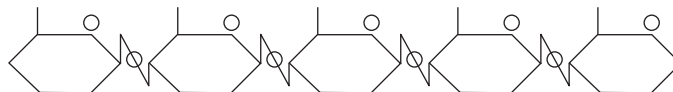
amylos



Amylopektin



Växtcellernas väggar består av cellulosa som är raka glukoskedjor. De packas tätt till fibrer så att de blir oåtkomliga för våra matsmältningsenzymer, det är bara mikroorganismer som kan sönderdela cellulosa till glukos. Växtätare får hjälp av mikroorganismer som förjäser cellulosan till socker i våmmen eller blindtarmen.



Cellulosa. Kan endast spjälkas av bakterier och svampar.

Vår grovtarm innehåller omkring ett kilo bakterier. De är viktiga inte bara för tarmfunktionen utan också för vårt immunförsvar. De mår bra om vi matar dem med lösliga fibrer som är oligosackarider det vill säga kortare kedjor av sockermolekyler. Men många upplever att tarmfloran framför allt gynnas av en fettrik diet.

Matens kolhydrater

Grönsaker har låg halt av kolhydrater. Fruktos ger en långsam tillförsel av glukos till blodet. Stenåldersmatens oförädlade rotsaker hade oftast relativt låg halt av stärkelse och låg halt av det lättsmälta amylopektinet. Dessutom var kolhydraterna oftast bara ett komplement till den animaliska basmaten. Rotfrukterna kokades och man värmebehandlade ofta även grönsakerna för att spräcka upp de osmältbara cellväggarna så att cellernas innehåll av näring blev tillgänglig.

I jordbruket kan man massframställa säd med hög halt av stärkelse. När man började framställa vitt mjöl och polerat ris försvann fröskalets innehåll av nyttigheter i form av vitaminer, mineraler och antioxidanter. Mjölmaten fick därmed högt innehåll av socker och lågt innehåll av protein som dessutom var av låg kvalitet. När man började använda potatis som bas-

mat fick maten hög halt av amylopektin som ger en speciellt kraftig höjning av blodsockret. Konsumtionen av rörsocker från sockerrör och sockerbetor ökade från omkring ett kg per person och år vid 1900-talets början till omkring 40 kg per person före andra världskriget. Sedan 1980-talet konsumeras dessutom HFCS så att den totala sockerkonsumtionen nu är uppe i omkring 70 kg per person och år i västvärlden.

I början av 1980-talet upptäckte de hälsovårdande myndigheterna i USA att befolkningen blev alltmer överviktig. WHO, världshälsoorganisationen, proklamerade att övervikt och fetma är en sjukdom som måste bekämpas. Befolkningen i USA följde i betydande utsträckning de kostråd som utfärdades, man började äta mer kolhydrater och mindre fett. Men det hjälpte inte, fetmaepidemin tog fart på allvar.

Man uppmanades att äta mer pasta, ris och bröd. Den svenska Socialstyrelsen tog efter och sanktionerade brödindustrins kampanj för att man skulle äta minst sex brödskivor om dagen. Och man skulle äta mycket potatis. Man utgick ifrån att all stärkelse sönderdelas långsamt till socker och därför ger en måttlig höjning av blodsockret.

Men redan under 1970-talet hade amerikanska forskare börjat studera hur olika former av kolhydrater fungerar i vår ämnesomsättning. Man upptäckte att stärkelsen i vitt bröd och potatis sönderdelas mycket snabbt till socker och därför ger en kraftig höjning av blodets sockerhalt.

Glykemiskt index – GI

Försökspersoner fick äta så mycket av ett visst livsmedel att mängden kolhydrat blev 50 gram och sedan analyserades blodsockret regelbundet under två timmar efter måltiden. Man ritade en kurva och beräknade ytan mellan kurvan och normal-

linjen. Värdet jämfördes sedan med en referens som kunde vara vitt bröd eller druvsocker och man fick fram ett värde som benämndes glykemiskt index (GI).

Det visade sig att stärkelse ofta gav ett snabbt och kraftigt blodssockersvar. Värdena från de första studierna av olika livsmedels GI publicerades i The Lancet 1984, men först under början av 1990-talet började studierna väcka uppmärksamhet. Nu finns det tabeller som anger GI för de flesta livsmedel med innehåll av kolhydrater. I början stirrade man sig blind på de olika födoämnenas glykemiska index. Man varnade till exempel för att äta morötter som i tabellerna har ett högt värde. Men morötter innehåller lite stärkelse och man måste äta en stor mängd morötter för att få i sig de 50 gram kolhydrater som gav måltidens effekt på blodsockret. Måltidens påverkan på blodsockret bestäms både av mängden av dess olika beståndsdelar och av deras GI. Dessutom kan den blodsockerhöjande effekten dämpas av matens fibrer och protein. Man talar numera om måltidens glykemiska belastning.

En stor variation av olika vegetabilier och en lämplig balans mellan kolhydrater, fett och protein i varje måltid är som vi ska se i följande kapitel gynnsam för kontrollen av blodsockret.

Ovetande om de amerikanska studierna hade den svenske läkaren Carl Carlsson i början av 1980-talet upptäckt att det går att bota diabetes typ-2 om man utesluter livsmedel med högt GI, till exempel vitt mjöl, raffinerat socker och potatis i kosten. Först under den allra senaste tiden har han fått efterföljare inom diabetesvården. Märkligt nog väckte det stor uppmärksamhet när Jörgen Vesti-Nielsen, överläkare vid diabetesavdelningen i Karlshamn, i en studie visade att diabetespatienter går ner i vikt och normaliserar sina blodsocker- och insulinvärden när de ersätter de snabba kolhydraterna med animaliskt fett.

Det metabola syndromet

Man började misstänka att välevnadsjukdomar som övervikt, diabetes, åderförkalkning, hjärt- och kärlsjukdomar, vissa former av cancer, depressioner, demens och olika neurologiska åkommor i grunden beror på en störning i ämnesomsättningen som 1988 fick benämningen det metabola syndromet (Reavan 1988). Tillståndet medför en förändring av vissa faktorer som kan mätas eller analyseras ur ett blodprov. Dr Carlsson kan på sitt hälsöhem i Österäng analysera ett femtiotal sådana faktorer i ett blodprov medan patienten väntar. Förhöjt blodsocker och förhöjt blodinsulin hos en fastande patient, hög halt av blodfetter (triglycerider) och låg halt av det ”goda” kolesterolet (HDL) är exempel på tecken som kan tyda på att patienten lider av det metabola syndromet.

Och tillståndet kan förbättras eller till och med botas genom en förändring av maten som i första hand består i att man äter mindre raffinerat socker, mindre stärkelse och mer frukt, grönsaker, animaliskt fett och animaliskt protein (Khunti et al 2005, Volek et al 2005 och 2008).

Olika sockerarter i raffinerad form och massframställd stärkelse i säd och potatis är ett nytt inslag i mathållningen som ställt till mycken oreda i vår ämnesomsättning. *Det är inte fett utan sockret och kolhydraterna som ger övervikt och andra hälsoproblem.*

Blodsockerkontrollen

Eftersom vår mycket energikrävande hjärna till viss del använder glukos som bränsle måste blodet alltid innehålla en viss mängd blodsocker. Mellan måltiderna bör blodsockret vara cirka 5 mmol (0,9 g) glukos per liter blod. Om man äter en måltid med normal glykemisk belastning stiger blodsockret så

att det efter en timme ligger på kanske 7 mmol per liter. Bukspottkörteln utsöndrar insulin till blodet och det signalerar till alla kroppens celler och till levern att ta upp socker, några timmar efter måltiden har blodsockret gått ner till normalnivån.

Överskott av socker omvandlas till stärkelsearten glykogen som lagras i levern och muskulaturen. Leverns glykogen kan lätt sönderdelas till glukos med hjälp av hormonet glukagon så att blodsockernivån hålls konstant fram till nästa måltid. Förråden av glykogen räcker högst ett dygn, sedan måste levern tillverka glukos från protein och glycerol från fett.

Hjärnan tar upp socker utan hjälp av insulin, mellan måltiderna är därför blodets insulinhalt låg. Mobiliseringen av energireserverna från fettväven och från leverns och musklernas glykogen stimuleras av enzymet glukagon. *Normalt blodsocker mellan måltiderna ger låg utsöndring av insulin och därmed utsöndring av glukagon som frisätter glukos från glykogenförråden så att blodsockernivån håller sig konstant. Lågt insulin medför också att fett från fettväven kan frigöras. Vid normalt lågt blodsocker och lågt insulin mellan måltiderna kan vi använda både socker och fett som bränsle.*

Om man äter en måltid som innehåller mycket snabba kolhydrater, till exempel i form av potatis, vitt bröd och socker höjs blodsockret kraftigt så att det efter en timma kanske är dubbelt så högt som efter en normal måltid. Då utsöndrar bukspottkörteln så mycket insulin den kan och skjuter ofta lite över målet så att blodsockret några timmar efter måltiden kan sjunka under normalnivån. Hjärnan får då för lite socker och man blir dåsig och trött. Om blodsockret sjunker ner mot 3 mmol per liter kan en diabetiker bli medvetslös.

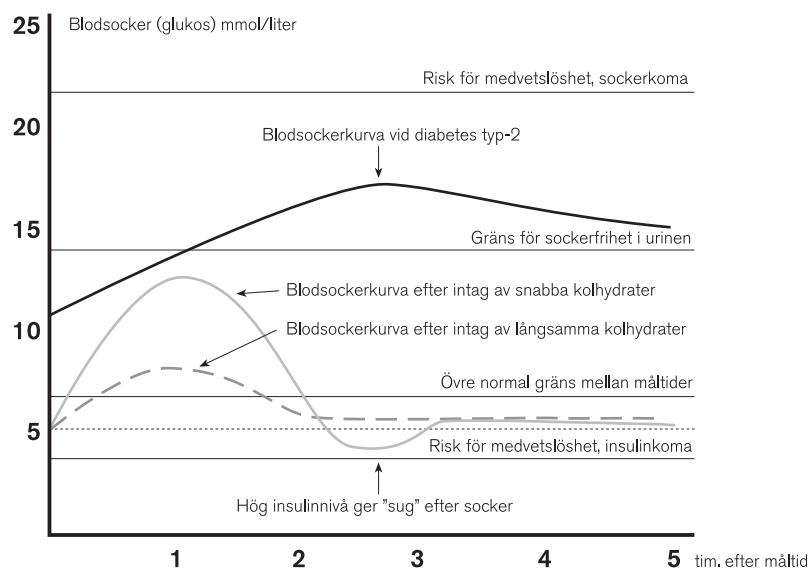
Det låga blodsockret efter en söt måltid gör att vi längtar efter sötsaker eller ett mellanmål med bullar och kakor. Bukspottkörteln får rycka ut igen och leverera mer insulin. Om

detta upprepas måltid efter måltid orkar cellerna till slut inte svara, de blir insulinresistenta. När cellernas förmåga att ta upp blodsocker sviktar stiger blodets sockerhalt. Bukspottkörteln försöker kompensera utan resultat, följden blir att både sockret och insulinet konstant har onormalt hög koncentration i blodet. När sockerhalten i blodet närmar sig 15 mmol/liter börjar socker utsöndras i urinen, men långt innan man får diagnosen diabetes kan man få veta att man ligger i riskzonen på grund av insulinresistens.

När sockerhalten är hög i blodet tar levern upp mycket socker om insulinnivån samtidigt är hög. Så mycket socker kan inte levern lagra och den gör därför om socker till fett för långtidslagring i fettväven. Man blir fet av högt blodsocker och högt insulin.

Om blodet får mer socker än ämnesomsättningen kan hantera verkar sockret som ett gift i kroppen. Det fäster vid de röda blodkropparna och vid de proteiner som fungerar som verktyg, enzymer, i vår obegripligt komplexa ämnesomsättning. Den oreda som uppstår kallar vi det metabola syndromet med höga blodfetter, ateroskleros, en försämrad aptitreglering och ett försämrat immunförsvar.

Till slut skadas även bukspottkörteln insulinproducerande enzymer av det höga blodsockret så att insulinproduktionen sviktar. Då tillför man insulin på medicinsk väg.



Blodsockerkurvor

Aptitregleringen

Mången har bittert fått erfara att det inte går att viljemässigt reglera sitt ätande. Och det hjälper inte att banta om man är överviktig. Det säkraste sättet att äta sig fet är faktiskt att svälta sig en längre tid. Då sänks energiomsättningen så att det behövs mindre energi för att fylla på en hungrig fettväv när man börjar äta igen. Och risken är att kroppens komplexa system för reglering av födointaget har satts ur spel så att man blir onormalt hungrig när man börjar äta efter en bantningsperiod. Många människor har genomgått perioder av viktnedgång följt av viktuppgång, så kallade jobbantning. Ofta leder detta till att man successivt blir mer och mer överviktig. En rubbad aptit-

reglering kan leda till att man börjar hetsäta (bulimi) eller inte kan äta alls (anorexi).

Men om man äter på det sätt som vi är biologiskt anpassade till fungerar aptitregleringen förvånansvärt bra så att man bibehåller normalvikten och till och med kan återfå den om man blivit överviktig eller alltför mager. *Om man äter naturlig mat behöver man inte räkna kalorier.*

När man på senare år börjat studera aptitregleringen har man upptäckt att den är ett mycket komplicerat system, man har hittat ett antal hormoner som reglerar hunger och mättnad.

Hunger känner man när hjärnan reagerar på hormonet ghrelin som utsöndras från magsäcken när den är tömd till 90 procent och på orexin och neuropeptid Y (NPY) som bildas i hjärnans hypotalamus. Mättnad uppstår när hjärnan nås av peptider från magsäck, tarm och lever. Hormonet leptin som utsöndras från fettväven tycks ha en överordnad roll för begränsningen av födointaget. Under de senaste åren har man upptäckt nya aptitreglerande hormoner och signalämnen. Fettvävens betydelse som aptitreglerande organ framstår allt tydligare. Se vidare i kapitlet om fett.

Aptitregleringen är rubbad hos överviktiga och hos anorektiker. Överviktiga äter för mycket trots att de har hög nivå av leptin i blodet och anorektiker äter inte trots att de producerar mycket NPY. Man brukar säga att överviktiga kan ha blivit leptinresistenta.

Socker driver oss in i hungerfasen, protein ger mättnad. Snabba kolhydrater stimulerar aptiten. Den onormala sänkningen av blodsockret efter en måltid med hög glykemisk belastning ger ett sug efter socker. Dessutom verkar sockret belönande genom att det stimulerar serotoninreceptorer, endorfinreceptorer och dopaminreceptorer i hjärnan.

Sockrets stimulering av serotoninreceptorer ger en känsla av lugn och välbefinnande, stimuleringen av endorfinreceptorer dämpar olust och smärta. Det är lättare att ge småbarn injektioner om man samtidigt låter dem suga på något sött. Stimuleringen av dopaminreceptorer ger en kick till aktivitet som när man aktivt söker efter föda. Sockret verkar på samma belöningssystem i hjärnan som narkotika och kan därför skapa ett beroende.

Enligt Bitten Jonsson som har stor erfarenhet av behandling av olika missbruk, kan det vara lika svårt att behandla sockerberoende som alkoholism och andra beroenden. Hon uppskattar att var fjärde människa är speciellt känslig, förmodligen på grund av medfödd låg serotoninproduktion. De får därför en speciellt kraftig lustupplevelse när de äter sötsaker eller dricker alkohol.

Det finns bara en typ av receptorer i munnen för söt smak som signalerar att maten är ätlig medan vi har ett stort antal receptorer för beskt som varnar oss till exempel för växtvärldens mångfald av försvarsgifter. Receptorerna för sött kan vi lura genom att framställa ämnen (aspartam och sackarin) som ger söt smak trots att de inte innehåller någon energi. Men de artificiella sötningsmedlen har visat sig påverka aptitregleringen på samma sätt som socker samtidigt som de kan ha vissa oönskade biverkningar. När sötmareceptorerna på tungan skickar signaler till hjärnan kopplas de över till bukspottkörteln som börjar producera insulin. Cellerna tar då upp socker från blodet, blodsockret sjunker och vi får lust att äta socker. De smakförstärkare som livsmedelsindustrin nu håller på att utveckla kommer också att verka på det sättet. Ett nytt syntetiskt sötningsmedel, sukralos (E955), ingår bland annat i Felix ketchup och i Arlas yoghurt ”Yoggi mini”. På förpackningarna står det att det är tillverkat av socker men det står ingenting om

att det innehåller klor. I rörsocker har tre OH-grupper ersatts av klor. Det är alltså en klorerad organisk förening jämförbar med DDT och PCB. Sukralos är många gånger sötare än socker. Det går oförändrat genom tarmkanalen och kan i avloppen omvandlas till dioxin. Samtidigt som vi lyckats bli av med klorföreningar och strävar efter att minska halterna av dioxin i miljön, tillåter vi användningen av nya hälsovådliga klorerade organiska ämnen.

Det är de enkla sockerarterna och de dubbla som innehåller fruktos som smakar sött. Socker i form av stärkelse ger ingen söt smak. Lättsmält amylopektin i kokt potatis kan dock ge lite söt smak om man tuggar så länge att saliven hinner frigöra en del glukos. Schimpanser som äter mycket råa grönsaker belönas av fruktosen i frukter som de kan tillgodogöra sig utan att använda sig av sin energikrävande grovtarm. Vårt sockerbegär har vi med oss från den tid vi var trädlevande apor.

Socketarten fruktos har mycket stark smak och den tycks vara speciellt effektiv när det gäller att påverka hjärnans belöningssystem. Schimpanser blir upprymda och nästan rusiga när de hittar ett träd fullt med mogna frukter. Dagens obegränsade utbud av sötsaker har blivit ödesdigert. Den höga fruktoshalten i den raffinerade majsstärkelse (HFCS) som används som sötningsmedel i dag, är kanske den främsta orsaken till fetmaepidemin. Och eftersom aptitregleringen bara fungerar när vi äter fast föda är det de söta dryckerna som är speciellt farliga. Den naturliga drycken är vatten och vatten dricker vi tills vi släckt törsten. Men om vi tillsätter socker stimuleras aptiten och det finns inget som bromsar. Socker i läskedrycker lär svara för 80 procent av den ökning av sockerkonsumtionen som skett sedan 1962. En lagstadgad reglering av tillsatser av socker eller artificiella sötningsmedel i drycker skulle nog kunna ge en väsentligt förbättrad folkhälsa.

Stress leder ofta till att man tröstäter för att stimulera serotoninreceptorerna. Stresshormonerna stimulerar dessutom insulinproduktion och därmed aptiten. Stress och snabbmat kan vara en bidragande orsak till ohälsa. Det är viktigt att man äter i en avstressande miljö tillsammans med familj eller vänner.

Arvets betydelse

Många tror att de är feta på grund av arv och att det bara är kirurgen som kan hjälpa dem till lägre vikt. Det finns ärftlig fetma men orsakerna till den kan fastställas och den är sällsynt. Att vissa människor har lättare för att gå upp i vikt än andra är uppenbart. Speciellt invandrare från andra kulturer blir ofta mycket snabbt feta när de börjar äta västerländsk mat. Enligt en teori beror det på att de har en viss medfödd insulinresistens som bromsar cellernas sockerupptagning så att hjärnan i första hand blir tillfredsställd av en kolhydratfattig mat. Vid övergång till mat med hög glykemisk belastning leder den medfödda insulinresistensen till högt blodsocker och utveckling av det metabola syndromet. I den västerländska kulturen skulle det då ha skett en viss anpassning till sädesprodukter så att somliga människor har en effektivare sockeromsättning än andra. Men även de som inte blir överviktiga av västerländsk kost kan utveckla det metabola syndromet om de äter en olämplig mat.

Blodtrycket

Vanligt koksalt, natriumklorid, NaCl, ger oss natrium som ingår i benstommen men som framförallt samverkar med kalium och kalcium vid nervcellernas funktion. Bergsalt innehåller bara koksalt medan havssalt också innehåller kalium, selen och andra viktiga mineraler. Dagens kost innehåller lite kalium och alldeles för lite magnesium.

Minibehovet av NaCl har beräknats vara omkring 2 gram per dag men är större om man svettas ymnigt. Människan har ingen effektiv instinktmässig reglering av saltintaget men har till skillnad från andra däggdjur stor förmåga att via njurarna utsöndra överskott av salt. Välfärdens kost anses innehålla alltför mycket koksalt.

Insulin höjer blodets natriumhalt. Då ökar blodets vattenhalt vilket leder till en förhöjning av blodtrycket. Om man äter blodtryckssänkande medicin, som sänker blodets vattenhalt genom att mängden vattenrik urin ökar, utsöndrar man samtidigt kalium så att man riskerar att få kaliumbrist. Detta kan också inträffa om man övergår från en kolhydratrik kost, som stimulerat utsöndringen av insulin, till en protein- och fettrik diet som i stället stimulerar utsöndringen av hormonet glukagon. Förutom att frigöra kroppens energireserver signalerar det till njurarna att öka urinproduktionen så att blodtrycket sjunker.

En kost som ger en låg glykemisk belastning kan alltså minska risken för högt blodtryck och har till skillnad från blodtryckssänkande mediciner inga biverkningar. Äter man blodtryckssänkande mediciner kan man få ett livshotande blodtrycksfall om man övergår till en kost utan snabba kolhydrater. Man måste sluta äta medicinen innan man går över till sin naturliga mat.



Många vanliga livsmedel innehåller massor av socker.

© PETRA HALL

Kostcirkelns kolhydrater

Livsmedelsverkets kostcirkel anger att kolhydrater bör svara för 55–60 procent av matens energi. Om vi skall följa den rekommendationen måste vi äta ganska mycket pasta, bröd och potatis. Uppmaningen att maten inte bör innehålla mer än 10 energiprocent tillsatt socker medger en ganska hög sockerkonsumtion. Det är uppenbart att vår ämnesomsättning inte klarar en så hög konsumtion av mer eller mindre snabba kolhydrater.

Eftersom de flesta grönsaker innehåller små mängder kolhydrater kan vi äta mycket grönt utan att måltiden ger en hög glykemisk belastning. Vår konsumtion av stora mängder råa grönsaker är en nymodighet som kan vara ett trevligt inslag i måltiden och tuggandet av råa grönsaker kanske kan ge oss vitaminer som är speciellt känsliga för värme, till exempel C-vitamin och folsyra. Det finns ingen anledning att utesluta råkostens i vår mathållning men vi får inte glömma att en försiktig värmebehandling av grönsakerna är viktig för vår försörjning med näring.

De som ännu inte är överviktiga bör sänka andelen kolhydrater i kosten till högst 40 energiprocent. Om man är överviktig kan man återfå sin normalvikt genom att ersätta kolhydrater med animaliskt fett enligt Bantings, Atkins, Carlssons, Dahlqvists, Nielsens, Skaldemans och Litsfeldts metod. Feta människor som på det sättet återfår sin normalvikt måste i regel fortsätta att äta en extremt kolhydratfattig mat resten av livet. Det behöver inte innebära en uppoffring; man får alltid äta sig mätt på fet och god mat och man slipper sockersug mellan måltiderna.

Snarkning och sömnapné

Många får en snabb belöning efter övergång till en kost med lite kolhydrater; redan efter någon eller några veckor slutar man snarka. Det kan befrämja familjelyckan och för många som lidit av sömnapné kan det innebära ett nytt och mer energifyllt liv. Att vakna pigg och utvilad efter en natts obruten sömn blir en angenäm upplevelse.

Sömnapné är en allvarlig yttring av metabolt syndrom. Andningsuppehåll under nätterna kan ge bestående skador i hjärta eller hjärna. Man har försökt bota detta tillstånd med andningsmasker, bettskenor och andra anordningar. Kostomläggning är en effektivare och angenämare metod.

Referenser:

Jonsson, Bitten, Nordström Pia. 2004. Sockerbomben. Bli fri från ditt sockerberoende. Forum.

Banting, William. 1864. A Letter on Corpulence.

Skaldeman, Sten Sture. 2005. Ät dig ner i vikt. Praktisk viktminskning för feta män och runda kvinnor. Prisma.

Reaven, G.M. 1988. Role of insulinresistance in human disease. Diabetes 1988; 37.

Khunti, Kamlesh, et al 2005. Metabolic syndrome. BMJ 2005; 331.

Volek, Jeff.S. Et al 2005. Carbohydrate restriction improve the features of Metabolic Syndrome. Metabolic Syndrome may be defined by the response to carbohydrate restriction.

Volek, Jeff S. et al. 2008. Carbohydrate Restriction has a More Favorable Impact on the Metabolic Syndrome than a Low Fat diet. AOCS 2008.

Litsfeldt, Lars-Erik. 2009. Diabetes. Inte – Den naturliga vägen med LCHF. Optimal.