**Pensum - karbohydrater**

Karbohydrater er den viktigste kilden til energi for størstedelen av verdens befolkning, og
Helsedirektoratet anbefaler at 45-60 % av vårt energiinntak dekkes av karbohydrater. Det finnes en rekke ulike varianter av karbohydrater, alt fra enkle sukkerarter til lengre kjeder som stivelse og ufordøyelige fiber. Felles for alle disse er at de er bygget opp av atomene karbon, hydrogen og oksygen (C:O:H₂). Vi deler som oftest karbohydrater inn i tre ulike kategorier; 1. Monosakkarider, 2. disakkarider og oligosakkarider og 3. polysakkarider.

**Monosakkarider** er de enkleste sukkerartene, og de vanligste monosakkaridene har tre, fem eller seks karbonatomer i karbonskjelettet. De tre viktigste monosakkaridene vi har er glukose, fruktose og galaktose. Disse finnes i frukt, bær, honning osv og gir en naturlig søt smak.

**Disakkarider** består av to sammensatte monosakkarider, og de tre viktigste disakkaridene i vår kosthold er sukrose (vanlig bordsukker), laktose (melkesukker) og maltose (maltsukker). **Oligosakkarider** består av 2-10 monosakkarider bundet sammen av glykosidbindinger, og disse kalles disakkarider, trisakkarider osv.

Sukrose = glukose + fruktose
Laktose = glukose + galaktose
Maltose = glukose + glukose

**Polysakkarider** er lengre kjeder av sukkermolekyler, og inneholder fra 10 til flere tusen monosakkarider. Vi skiller mellom fordøyelige og ufordøyelige polysakkarider. Et vanlig fordøyelig polysakkarid i vår kost er stivelse, som består av lange kjeder av glukose-enheter. Disse kan enten være forgreinet (amylopektin) eller rettkjedet (amylose). Stivelse finnes kun i vegetabilske matvarer, og mesteparten av stivelsen fordøyes og absorberes i tynntarmen. Mat som er rik på stivelse er for eksempel brød- og kornprodukter, poteter, pasta og ris.
Et annet fordøyelig polysakkarid er glykogen, som man kun finner i animalske matvarer, plassert i lever og muskler.
Kostfiber (cellulose og hemicellulose) er det vanligste ufordøyelige polysakkaridene, og utgjør plantenes støttestruktur. Cellulose er det organiske stoffet det finnes mest av på jorden. Kostfiber (cellulose) kan ikke brytes ned av tarmens enzymer, og går derfor ufordøyd gjennom tarmen. Inntak av fiber har en rekke fordeler. Fiber vil binde til seg væske og øke i volum, og er dermed med på å holde metthetsfølelsen lengre. Dette vil også være med på å forhindre forstoppelse og utposninger i tarmveggen. Helsedirektoratet anbefaler et inntak på 25-35g kostfiber pr dag, og man finner kostfiber i blant annet grove kornprodukter, rotfrukter, belgvekster, grønnsaker, frukt og bær. Disse matvarene er i tillegg rik på vitaminer, mineraler og antioksidanter.
Karbohydrater generelt inneholder 4 kcal, mens kostfiber inneholder kun 2 kcal.

**Forslag på hvordan man kan få i seg ca. 30 g kostfiber pr dag:**

5 skiver (200 gram) grovt brød med 100 prosent sammalt mel - 17 gram

2 poteter (cirka 150 gram) - 3 gram

1 stor gulrot (cirka100 gram) - 2,7 gram

1 porsjon brokkoli (100 gram) - 3,0 gram

1 tomat (50 gram) - 0,7 gram

1 appelsin (100 gram) - 1,9 gram

1 eple (100 gram) - 2,5 gram

**Til sammen 31 gram**

**Opptak og fordøyelse av karbohydrater**Før kroppen kan nyttiggjøre seg av energien fra karbohydrater, må karbohydratene brytes ned til enkle sukkerarter, monosakkarider. Nedbrytingen starter allerede i munnhulen, ved hjelp av enzymet amylase som finnes i spyttet, som bryter bindingene mellom glukosemolekylene. Amylase fortsetter nedbrytingen nede i magesekken. Kontraksjoner i magesekken blander innholdet med magesyre og fordøyelsesvæskene, og når maten tømmes ut av magesekken, blir det blandet med bukspytt fra bukspyttkjertelen og galle fra galleblæren. Bukspyttkjertelen produserer amylase og glukosidase, som vil fortsette å spalte stivelsesmolekylene ned til disakkaridet maltose.
På overflaten av tarmcellene har vi noen enzymer kalt disakkaridaser, som har til jobb å bryte ned disakkarider. Maltase, sukrase og laktse spalter henholdsvis maltose, sukrose og laktose. Til slutt står vi igjen med monosakkaridene glukose, fruktose og galaktose.
Transportproteiner kalt GLUT (glukosetransporter) hjelper monosakkaridene med å krysse cellemembranen.
Glukose fraktes fritt i blodet som blodsukker. Både fruktose og galaktose blir omdannet til glukose i leveren, og blir enten lagret som glykogen eller sendt ut i blodet. De ulike GLUT-proteinene (GLUT 1 til 5) sørger for at glukose blir tatt opp fra blodet og inn i kroppens ulike celler, slik at det kan brukes som energi.

Har man for mye glukose tilgjengelig i kroppen kan dette lagres som glykogen. Denne lagringen av karbohydrater kalles glykogensyntesen, og det er plass til ca. 100 g glykogen i lever og ca. 400 g i skjelettmuskulaturen. Når også disse lagrene er fylt opp, noe som skjer relativt raskt, vil kroppen omdanne overskuddet til fett som lagres i fettcellene.
Leverglykogenet brukes bare til å opprettholde blodsukkeret, mens muskelglykogenet brukes som energikilde lokalt i musklene.

Ved mangel på glukose kan kroppen danne egen glukose, ved hjelp av en prosess som heter glukoneogenesen. Glukose dannes da av aminosyrer fra nedbrutt protein. Kroppen kan også lage glukose fra proteiner og fett.
Ved svært lavt inntak av karbohydrater kan kroppen komme i en såkalt ketose-tilstand. Kroppen begynner å produsere ketonlegemer når tilgangen på glukose er lav. Ketonlegemer blir produsert i leveren, når fettsyrer brytes ned. Ketonlegemer er vannløselige, og kan derfor fraktes via blodet, og til hjernen, hvor det passerer blod-hjerne-barrieren. Fettsyrer kan ikke krysse blod-hjerne-barrieren.

**Blodsukkerregulering**Karbohydratene man inntar i kosten vil tilslutt ende opp i blodet i form av blodsukker (glukose). Når man inntar karbohydrater vil altså mengden glukose i blodet stige, men hvor raskt denne stigningen vil skje er avhengig om man har inntatt hurtiggående karbohydrater eller komplekse karbohydrater. Man refererer ofte til en matvares GI (glykemiske indeks) når man prater om hvor raskt blodsukkeret vil stige ved inntak. GI er et mål på hvor raskt blodsukkernivået i kroppen endres etter inntak av en gitt matvare. Hver enkelt matvare blir sammenlignet med 50 g glukose, og man graderer GI som lav, middels eller høy. GI tar imidlertid ikke hensyn til hvor mye karbohydrater varen inneholder, noe som er en meget vesentlig faktor. Vi har også derfor en annen verdi kalt GB (glykemisk belastning), som er GI x mengde karbohydrater. En høy GB vil tilsi at blodsukkerstigningen vil bli stor.

Normalt sett skal et fastende blodsukker ligge mellom 3,9-5,8 mmol/L. Høyt blodsukker (hyperglykemi) er giftig for kroppen, og blodsukkerreguleringen er derfor høyt prioritert. Når blodet som strømmer gjennom bukspyttkjertelen inneholder for mye glukose, skilles insulin ut. Insulin er et hormon som produseres i bukspyttkjertelen og som sørger for at glukosen fraktes inn i lagringsvevene, muskler og fettvev, ved å aktivere GLUT4. Lavt blodsukker (hypoglykemi) er også svært alvorlig for kroppen. Får man for lavt blodsukker risikerer man at hjernen får for lite drivstoff. Vi har fire hormoner som øker blodsukkeret, glukagon, adrenalin, kortisol og veksthormon. Glukagon har motsatt funksjon av insulin, og det er glukagon som har hovedansvaret for å øke nedbrytingen av glykogen og nydanning av glukose, slik at glukosemengden i blodet øker.

**Insulinresistens og metabolsk syndrom**Når man inntar karbohydrater vil det normalt skilles ut insulin, som hjelper glukogenet fra blodet over i kroppens celler. For mennesker med insulinresistens vil insulinets evne til å hjelpe glukogenet inn i cellene være nedsatt. Insulin og glukagon jobber «mot» hverandre, og i en frisk kropp skal insulin normalt ha en hemmende effekt på leverens glukoseproduksjon. Ved insulinresistens er denne effekten nedsatt. Resultatet blir da et forsinket opptak av glukose i muskler og fettvev, økt glukoseproduksjon i leveren og forhøyet blodsukker. Når en normal mengde insulin gir en mindre biologisk effekt enn hva som er forventet, har man per definisjon insulinresistens. Kroppen vil prøve å kompensere for den nedsatte effekten av insulin ved å skille ut enda mer insulin. Blodsukkeret vil normalisere seg, men man vil ha et høyt nivå av insulin som sirkulerer rundt i blodet. For høye verdier av insulin i blodet vil i seg selv føre til insulinresistens, og kroppen prøver igjen å kompensere ved å skille ut enda mer insulin, og tilslutt klarer ikke kroppen å kompensere nok i forhold til den nedsatte insulinfølsomheten. Resultatet her blir at kroppen ikke klarer å frakte sukkeret i blodet over til cellene, og blodsukkeret blir for høyt. Man har da per definisjon utviklet diabetes type 2.

Metabolsk syndrom er en fellesbetegnelse for en samling av risikofaktorer for å utvikle hjerte- og karsykdommer og andre livsstilsrelaterte sykdommer.
Utvikling av metabolsk syndrom har en tydelig sammenheng med fysisk inaktivitet og livsstil, og det er også en betydelige genetisk predisposisjon for syndromet. Forekomsten av metabolsk syndrom har økt betydelig de siste tiårene, og er i verdenssammenheng en større utfordring for folkehelsen enn underernæring. I USA, blant annet, anslås det at ca. ¼ av befolkningen har metabolsk syndrom.

WHO (Verdens helseorganisasjon) har følgende definisjon av metabolsk syndrom:

|  |
| --- |
| Nedsatt glukosetoleranse, insulinresistens eller diabetes mellitus, i tillegg til minst to av følgende: |
| – Høyt blodtrykk (≥ 140/90) |
| – Triglyserider ≥ 1,7 mmol/l og/eller HDL-kolesterol < 0,9 mmol/l hos menn og <1,0 mmol/l hos kvinner |
| – Sentral overvekt med midje-hofte-ratio >0,9 hos menn og >0,85 hos kvinner og/eller kroppsmasseindeks >30 kg/m2 |
| – Utskillelse av protein (albumin) i urinen |