

# Atkinsin dieetti

Atkinsin dieetti on tunnetuin pysyvään laihtumiseen tähtäävä vähähiilihydraattinen ruokavalio.

Atkinsin mukaan insuliinilla on tärkeä rooli rasvan varastoimisessa ja rasvakudoksen rakentamisessa. Atkinsin dieetin tavoitteena on hiilihydraatteja rajoittamalla laskea haiman erittämän insuliinin määrää verenkierrossa, mikä Atkinsin mukaan vähentää rasvan varastoitumista rasvakudokseen, tehostaa varastoidun rasvan "polttamista" energiaksi ja auttaa laihtumaan.

Amerikkalainen kardiologi Robert Atkins laati Atkinsin dieetin 1970-luvun alussa. Ruokavalio on kehittynyt vuosikymmenten saatossa. Nykyisin Atkinsin dieetti kehottaa täydentämään liha- ja rasva-painotteisen ruokavalion laihtuttavia vaikutuksia runsaskuituisilla, vähän tärkkelystä sisältävillä kasviksilla ja liikunnalla.

Kahden viikon vähähiilihydraattisen induktiovaiheen tavoitteena on käynnistää ketoosi. Induktion jälkeen hiilihydraattien määrää lisätään varovasti jatkuvan laihtumisen, esiylläpidon- ja ylläpidon vaiheiden aikana, kunnes ihanepaino saavutetaan.

---

## Atkinsin dieetti ja aineenvaihdunta

---

Ketoosi on aineenvaihdunnan tila, joka käynnistyy, kun ravinnosta saatavien hiilihydraattien määrä ei riitä täyttämään elimistön energiantarvetta. Hiilihydraateista saatava glukoosi on elimistön ensisijainen "polttoaine", mutta aineenvaihdunta osaa tuottaa tarvitsemansa energian myös

rasvasta ja proteiineista. Kun glukoosi ei täytä energiantarvetta, aineenvaihdunta aloittaa energiantuotannon rasvoista.

Kun veren insuliinipitoisuus laskee, haiman erittämän glukagonin määrä veressä lisääntyy. Glukagoni käynnistää maksaan ja lihaksiin varastoitujen glykokeenien purkamisen vereen glukoosi- eli sokerimolekyyleiksi. Glukagonin vaikutuksesta maksassa ja munuaisisten kuoriosissa alkaa glukoneogeneesi ja ketogeneesi sekä rasvahappojen hiiliä asetyylikoentsyymi-A:ksi hapettavan  $\beta$ -oksidatio.

Ketoosissa vapaista rasvahapoista muodostetaan ketoaineita, joita solut voivat käyttää energiantuotantoon.

Ketoosin aikana rasvasoluista vapautuu rasvahappoja verenkiertoon. jolloin aineenvaihdunta alkaa hyödyntää vapaita rasvahappoja energianlähteenä.

## **Ketoosi ja varastorasvojen hyödyntäminen**

Glukoneogeenin käynnistyessä elimistö alkaa muodostaa glukoosia vapaista aminohapoista, rasvojen glyseroliosista ja maitohaposta. Glukoneogeenin rinnalla käynnistyy ketogeneesi.

Ketogeneesi vähentää glukoosin tuottamisen tarvetta, mikä säästää vapaita aminohappoja solujen uusiutumiseen.

Ketogeneesi muodostaa verenkierron vapaista rasvahapoista ketoaineita (asetoasetatti, beeta-hydroksibutyraatti), joita useimmat solut pystyvät käyttämään energianlähteenä palauttaen ketoaineet asetyylikoentsyymi-A:ksi, joka on suoraan käytettävissä oksidatiiviseen energiantuotantoon sitruunahappokierron kautta mitokondrioissa samaan tapaan kuin glukoosi.

# Insuliini

Insuliini, jolla on keskeinen merkitys Atkinsin ajattelussa, on ihmiselle elintärkeä sokeriaineenvaihduntaa säätelevä hormoni, jota erittyy haiman Langerhansin saarekkeiden  $\beta$ -soluista, kun hiilihydraateista ohutsuolesta verenkiertoon imeytyvä sokeri (glukoosi) nostaa veren sokeripitoisuutta.

Vereen erittyneet insuliinimolekyylit kiinnittyvät solujen insuliinireseptoreihin, mikä saa solussa olevat solukalvon läpäisevät glukoosinsiirtäjäproteiinit siirtymään solukalvolle. Näiden avulla glukoosimolekyylit pääsevät verestä solun sisälle.

Solussa glukoosimolekyylit osallistuvat energiantuotantoon glykolyysissä ja sitruunahappokierrossa. Ylimääräinen glukoosi varastoidaan lihasten ja maksan glykogeeneihin ja / tai muutetaan rasvasynteesin avulla varastorasvaksi.

Veren sokeripitoisuuden kasvu lisää insuliinin eritystä. Verensokerin lasku puolestaan aktivoi haimaa erittämään glukagonia, jonka vaikutuksesta maksan ja lihassolujen glykogeenejä puretaan glukoosimolekyyleiksi. Kun glykogeenivarastot tyhjäntyvät, elimistö siirtyy ketoosiin ja alkaa tuottaa energianlähteiksi kelpaavia ketoaineita mm. rasvahapoista.

## Insuliinireseptori

Insuliinireseptorin tehtävä on ohjata veren sokeria siirtävät proteiinit kuten SLC2A4 solukalvolle, edelleen ohjata näiden reseptoreiden suorittamaa glukoosin siirtoa soluihin ja glykogeenin sekä rasvahappojen synteesiä.

Insuliinimolekyylin elinkaari kestää noin 71 minuuttia. Haiman erittämästä insuliinista suuri osa on tavallisesti kiinnittyneenä maksan insuliinireseptoreihin. Osa insuliinista vapautuu reseptoreista takaisin verenkiertoon. Insuliinimolekyylit voivat hajota verenkierrossa monella

tavalla.

## **Endoteliinit**

Verenkierrossa insuliini stimuloi myös endoteliinien, eli verisuonten endoteelisolujen tuottamien peptidihormonien tuotantoa. Endoteliinit säätelevät verisuonten sileiden lihassyiden supistumista ja osallistuvat verenkierron paikalliseen säätelyyn. Endoteliinit voivat myös paksuntaa ja jäykentää verisuonia, mikä kohottaa verenpainetta ja altistaa sydän- ja verisuonitaudeille.

---

## **Atkinsin dieetti käytännössä**

---



*Atkinsin ruokavalioon sopivat vähähiilihydraattiset*

*vihannekset, proteiinit ja rasvat.*

Atkinsin kehittämässä ruokavaliossa hiilihydraattien saantia ravinnosta vähennetään rajusti, mutta rasvojen ja proteiinien määrää ei tavallisesti rajoiteta lainkaan.

Atkinsin mukaan prosessoidut hiilihydraatit, sokerit, maissisiirappi ja valkoiset jauhot ovat lihomisen tärkeimmät aiheuttajat. Atkins ei usko perinteiseen kaloriteoriaan.

**Atkinsin ruokavalion päämääränä on vähentää glykeemistä kuormaa ja tehostaa laihtumista.**

Glykeeminen kuorma (GL) ja glykeeminen indeksi (GI) kertovat ravinnon sisältämien hiilihydraattien laadusta, määrästä ja imeytymisnopeudesta. Sitä voidaan hyödyntää arvioitaessa aterian vaikutusta veren sokeriin ja veren insuliinivasteeseen.

Nopeilla ja hitailla hiilihydraateilla viitataan korkean glykeemisen indeksin hiilihydraatteihin ja matalan glykeemisen indeksin hiilihydraatteihin. Yleensä nopean glykeemisen indeksin hiilihydraatteja pidetään terveyden ja painonhallinnan kannalta huonompina kuin hitaasti imeytyviä hiilihydraatteja.

### **Glykeeminen kuorma**

Glykeeminen kuorma voidaan laskea, ja siten selvittää syödyn ravinnon vaikutus veren sokeriin ja elimistön insuliinivasteeseen. Suuri hiilihydraattimäärä ja hiilihydraattien korkea glykeeminen indeksi kasvattavat ravinnon glykeemistä kuormaa. Glykeemisen indeksin ja kuorman ymmärtäminen on erityisen tärkeää diabeetikoille.

Glykeeminen kuorma lasketaan seuraavasti: aterian glykeeminen indeksi x imeytyvän hiilihydraatin määrä / 100. Aterian glykemiakuormaa määritettäessä lasketaan yhteen sen sisältämien ruoka-aineiden GL-arvot.

## **Glykeeminen indeksi**

Glykeeminen indeksi määrittelee ruoka-aineen imeytyvien hiilihydraattien aiheuttaman vaikutuksen verensokeriin verrattuna referenssiruoka-aineeseen kuten glukoosiliuokseen tai valkoiseen leipään.

Hiilihydraatin korkea GI kertoo, että se kohottaa verensokeria nopeasti ja vereen vapautuu paljon insuliinia. Matala GI kertoo, että hiilihydraattien imeytyminen on hitaampaa ja tasaisempaa.

Runsaasti prosessoidut hiilihydraatit, kuten leivokset, karamellit ja valkoinen leipä sekä runsaasti tärkkelystä sisältävät hiilihydraatit, kuten perunat ja riisi, ovat korkean glykeemisen indeksin ruokia ja ne kohottavat verensokeri- ja insuliinitasoa nopeasti aterian jälkeen. Määrä on kuitenkin laatua keskeisemmässä asemassa, joten glykeeminen kuorma on parempi indikaattori aterian vaikutuksista verensokeri- ja insuliinitasoihin.

Jotkin hiilihydraatit, kuten kaura, kohottavat veren glukoositasoa hitaasti ja tasaisesti. Niiden glykeeminen indeksi on matala.

## **Nettohiilihydraatit**

Nettohiilihydraattien määrä saadaan, kun hiilihydraattien kokonaismäärästä vähennetään kuidut ja sokerialkoholit. Sokerialkoholeilla on minimaalinen vaikutus veren sokeripitoisuuteen. Atkinsin mukaan parhaita hiilihydraatteja ovat ne, joiden glykeeminen kuorma on vähäisin.

## **Vitamiinit lisäravinteina**

Atkinsin ruokavaliossa vältetään monia mineraali- ja vitamiinirikkaita vihanneksia ja hedelmiä, joten vitamiini- ja mineraalilisien ottaminen on suositeltavaa Atkinsin dieetin aikana.

# Kuinka Atkinsin ruokavalio toimii?

## Atkinsin ruokavalion neljä perustavoitetta:

- Laihtuminen
- Painonhallinta
- Hyvä terveys
- Sairauksien ehkäisy

Atkinsin ruokavalion tavoitteena on muuttaa elimistön energia-aineenvaihdunta *sokeripolttoisesta rasvapolttoiseksi*. Se muistuttaa monin tavoin muita vähähiilihydraattisia ruokavalioita, kuten ketogeenistä ruokavaliota.

Hiilihydraattien korvaaminen rasvalla ja proteiineilla ohjaa elimistön käyttämään energianlähteenä ravinnon sisältämien rasvojen lisäksi kehoon varastoituneita rasvoja.

## Aloittaminen

Atkinsin dieetti aloitetaan kahden viikon induktiovaiheella, jossa hiilihydraattien saanti rajoitetaan alle 20 grammaan vuorokaudessa. Tavoitteena on elimistön ketoositilan nopea saavuttaminen.

Induktion jälkeen hiilihydraattien määrää nostetaan kuukausien mittaan eri vaiheissa vähitellen, kunnes saavutetaan ihannepaino ja sopiva ylläpitotaso.

Ruokavalion laihduttava vaikutus perustuu siihen, että elimistö oppii käyttämään energianlähteenä rasvasoluihin varastoimiaan rasvoja, kun energia-aineenvaihdunnan kannalta nopeita ja helppoja hiilihydraatteja ei ole tarjolla ja veren insuliinitaso pidetään hiilihydraatteja rajoittamalla matalana.

Toisaalta Atkinsin ruokavalio hillitsee myös ruokahalua, jolloin ravinnosta saatava energiamäärä laskee luonnostaan.

**Huomioi ennen Atkinsin dieetin aloittamista!**

Jos sairastat jotain kroonista sairautta ja syöt siihen säännöllisesti lääkkeitä, sinun on syytä neuvotella lääkärin tai ravitsemusasiantuntijan kanssa ennen Atkinsin ruokavalion aloittamista.

Eräillä lääkkeillä, kuten insuliinilla, voi Atkinsin ruokavaliota noudatettaessa olla odottamattomia ja negatiivisia vaikutuksia.

### **Muista juoda riittävästi**

Atkinsin dieetti on diureettinen, eli nesteitä poistava, joten myös nesteitä poistavien lääkkeiden ja muiden diureettien, kuten kahvin ja alkoholin välttäminen on suotavaa dieetin aikana. Riittävän nesteensaannin turvaaminen ja kehon nestetasapainon ylläpitäminen on Atkinsin ruokavaliossa erittäin tärkeää. Nestehukka aiheuttaa yleensä päänsärkyä, joten Atkinsin ruokavalioon liittyvä päänsärky viittaa usein liian vähäiseen nesteytykseen.

Diabeetikoilla insuliinintarve muuttuu Atkinsin ruokavalion seurauksena, joten on ehdottoman tärkeää, että diabetesta sairastavat neuvottelevat Atkinsin ruokavalioon siirtymisestä lääkärin kanssa ja noudattavat ruokavaliota asiantuntijan tai lääkärin valvonnassa.





---

## Induktio ja syöminen

---

Atkinsin ruokavaliossa ketoosi käynnistetään nopeasti pudottamalla syötyjen hiilihydraattien määrä alle 20 grammaan vuorokaudessa. Tämä induktiovaihe jatkuu kaksi viikkoa. Proteiineja ja rasvaa voi induktiovaiheen aikana syödä nälkäänsä rajoituksetta.

Ruokavalioon sopivat kaikki lihat, kalat, linnut, äyriäiset, kananmunat ja juustot ja vihannekset, joissa on alle 10 % hiilihydraatteja. Atkinsin ruokavaliossa ei syödä induktio-, laihdutus- ja esiylläpitovaiheen aikana hedelmiä, viljoja, margariinia, tärkkelystä (kuten perunat, riisi, maissi), pastoja tai vähärasvaisia maitotuotteita.

Hiilihydraattien rajoittamisesta seuraava verensokerin lasku aktivoi haiman erittämään insuliinin vastavaikuttajaa, glukagonia, joka käynnistää ketogeneesin ja glukoneogeneesin. Glukagoni myös aktivoi soluissa tapahtuvan  $\beta$ -oksidation käynnistymisen.

## $\beta$ -oksidatio

$\beta$ -oksidatio tapahtuu solujen mitokondrioissa ja peroksisomeissa. Oksidatiossa ravinnon ja rasvasolujen rasvahappojen  $\beta$ -hiiliä hapetetaan karbonyyleiksi. Reaktioketju tapahtuu neljässä vaiheessa:

- Dehydraus
- Hydraatio
- Hapetus-pelkistysreaktio
- Tiolyysi

Reaktiosarja toistuu, kunnes rasvahappo on kulunut loppuun. Joka toistossa rasvahapoista poistuu 2 hiiltä asetyyli-koentsyymi-A:na. Tiolyysin asetyyli-koentsyymi-A siirtyy yleensä sitruunahappokiertoon mennessä ATP:n tuottoon. Muissa vaiheissa saadut NADH ja  $FADH_2$  päätyvät ATP:n tuottoon menemällä mitokondrion elektroninsiirtoketjuun.

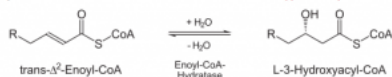
Lähde: [Wikipedia](#)

$\beta$ -oksidatio tapahtuu tyydyttyneillä rasvahapoilla neljässä vaiheessa: dehydraus, hydrataatio, hapetus ja tiolyysi.<sup>[1]</sup>

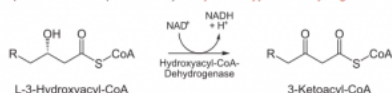
Dehydrauksessa  $FAD$  poistaa 2 vetyä rasvahaposta asetyyli-CoA-dehydrogenaasilla (usea isotsyymi). C2-3 välin tulee trans-sidos.<sup>[1]</sup>



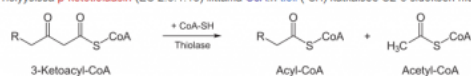
Hydrataatiossa vesi liitetään C2-3 kaksoissidokseen enoyyli-CoA-hydrataasilla (EC 4.2.1.17). Sidos pelkistyy, C3:n liittyy OH-ryhmä ja muodostuu S- eli L-isomeeri.<sup>[1]</sup>



Hapetuksessa  $NAD^+$  poistaa 2 vetyä 3-hydroksiasetyyli-CoA-dehydrogenaasilla (EC 1.1.1.35). C3:n OH hapetuu karbonyylikksi.<sup>[1]</sup>



Tiolyysissä  $\beta$ -ketotoliaasin (EC 2.3.1.16) liittämä CoA:n tioli (-SH) katkaisee C2-3 sidoksen muodostaen tilalle tioesterin.<sup>[1]</sup>



Reaktiosarja alkaa alusta. Joka toistossa rasvahaposta poistuu 2 hiiltä asetyyli-CoA:na kunnes rasvahappo on kulunut loppuun. Tiolyysin asetyyli-CoA siirtyy yleensä sitruunahappokiertoon mennessä ATP:n tuottoon. Muissa vaiheissa saadut NADH ja  $FADH_2$  päätyvät ATP:n tuottoon menemällä mitokondrion elektroninsiirtoketjuun.<sup>[1]</sup>

Asetyyli-CoA-dehydrogenaasista (AD) on ihmisellä (ja useilla muilla nisäkkäillä) 4 entsyymityppiä (isotsyymiä), jotka dehydraavat rasvahappoja näiden pituuden mukaan:

- **VLCAD**, Very-Long-Chain AD (EC 1.3.8.9) - ei toimi alle 12 C rasvahapolla, toimii parhaiten 14–18 C rasvahapolla ja toimii jopa 24 C rasvahapolla.<sup>[6]</sup>
- **LCAD**, Long-CAD (EC 1.3.8.8) - ei toimi alle 6 C tai yli 24 C rasvahapolla ja toimii parhaiten 14–16 C rasvahapolla.<sup>[7]</sup>
- **MCAD**, Medium-CAD (EC 1.3.8.7) - sian entsyymi ei toimi alle 4 C tai yli 16 C rasvahapolla ja toimii parhaiten 8–12 C rasvahapolla.<sup>[8]</sup>
- **SCAD**, Short-CAD (EC 1.3.8.2) - nautaan entsyymi toimii 3–8 C rasvahapolla.<sup>[9]</sup>

Kun rasvahappo on alle 12 hiiltä pitkä, hapetetaan se mitokondrion matriksissa ja erillisin edellä reaktiovaiheissa mainitun entsyymein. Jos se on yli 12 hiiltä pitkä, hoitaa hydrataation, hapetuksen ja tiolyysin mitokondrion sisäkalvolla mitokondrion koitoiminen proteiini, MTP (eng. *mitochondrial trifunctional protein*).<sup>[1]</sup> Kompleksi koostuu kaksitoimisesta  $\alpha$ -yksiköstä (HADHA, hoitaa hydrataation ja hapetuksen)<sup>[10]</sup> ja yksitoimisesta  $\beta$ -yksiköstä (HADHB, hoitaa tiolyysin).<sup>[11]</sup>

## **Ketoosin käynnistyminen**

Tavoitteena oleva ketoosi saavutetaan yleensä parissa viikossa, kun maksan ja lihasten polysakkarideista muodostuvat glykogeenivarastot tyhjenevät. Tämän vaiheen tavoitteena on katkaista energia-aineenvaihdunnan hiilihydraattiriippuvuus ja siirtää elimistön aineenvaihdunta käyttämään sokerin sijasta rasvaa ja varastorasvoja energianlähteenä.

Atkinsin ruokavalion alkuvaiheessa elimistöstä poistuu paljon nesteitä. Ensimmäisen puolentoista viikon aikana painonpudotus johtuu pääasiassa elimistöstä poistuvista nesteistä.

---

## **Atkinsin dieetti sisältää neljä vaihetta**

---

### **Vaihe 1: Induktio**

Hiilihydraattien saanti lasketaan alle 20 grammaan päivässä. Päivittäiset hiilihydraatit saadaan hyvin vähän tärkkelystä ja hiilihydraatteja sisältävistä vihanneksista.

Ruokavaliossa syödään runsaasti rasvaa ja proteiineja sekä salaatteja tms. vihreitä lehtivihanneksia.

### **Vaihe 2: Jatkuva laihtuminen / tasapainottaminen**

Ravinnerikkaita ja runsaasti kuituja sisältäviä ruokia lisätään päivittäiseen ruokavalioon. Hiilihydraattien

päivittäistä määrää nostetaan viidellä grammalla kerrallaan niin kauan kuin laihtuminen jatkuu.

Sallittuihin ruokiin sisältyvät edellisten lisäksi mm. pähkinät, vähähiilihydraattiset vihannekset ja vähäinen määrä hedelmää.

### **Vaihe 3: Esiylläpitovaihe**

Hiilihydraattien määrää nostetaan tasolle, jossa painonpudotus hidastuu tai loppuu. (25-90 g /vuorokausi), kun dieetissä on päästy noin viiden kilon päähän tavoitepainosta. Tämä esiylläpitovaihe jatkuu vähintään 2 kuukautta siten, että painoa putoaa alle puoli kiloa viikossa.

### **Vaihe 4: Ylläpitovaihe**

Kun asetettu tavoitepaino on saavutettu, siirrytään Atkinsin dieetissä ylläpitovaiheeseen. Laihduttaja lisää ruokavalioonsa monipuolisesti erilaisia hiilihydraatteja, mutta tarkkailee samalla, että paino pysyy vakiona, eikä lähde kasvuun. Ylläpitovaiheessa ketoosi ei enää ole tarpeellinen.

Ylläpitovaiheen aikana voi jo syödä lihan ja rasvan lisäksi monipuolisemmin useimpia vihanneksia, pähkinöitä, marjoja ja kokojyviviljoja sekä joskus hiukan perunaa ja hedelmiä. Lisättyä sokeria ei suositella. Alkoholia ja kahvia tulee käyttää kohtuudella. Robert Atkinsin mukaan liikunta on tärkeä osa Atkinsin laihdutusohjelmaa.

Atkins suositteli, että tyydyttyneen rasvan osuus päivittäisestä energiansaannista pysyisi alle 20 prosentissa.

### **Atkins 40:**

Atkinsin ruokavaliosta on olemassa erilaisia variaatioita. Atkins 40 on hieman helpompi noudattaa, sillä alun induktiovaiheessa saa syödä 40 grammaa hiilihydraatteja vuorokaudessa.

Atkinsin ruokavaliota noudatettaessa omaan hyvinvointiin tulee kiinnittää huomiota. Ruokavalio ei välttämättä sovi kaikille. Jos paino alkaa nousta, päivittäisten hiilihydraattien määrää tulee jälleen laskea laihduttavalle tasolle.

## **Atkins ja kasvisruokavalio**

Atkinsin dieetin noudattaminen kasvisruokavaliona on ongelmallista, koska kasviproteiinit esiintyvät yleensä yhdessä hiilihydraattien kanssa. Dieetistä voi toisaalta muokata kasvisruokavalion, kun siihen sisällyttää maitotuotteita ja kananmunia. Lakto-ovovegetaristinen Atkinsin dieetti suositellaan aloittamaan kakkosvaiheesta, eli jatkuvan painonpudotuksen vaiheesta, jossa hiilihydraattien määrä pidetään 30 grammassa vuorokaudessa.

Atkinsin kasvisversio sisältää runsaasti kasviöljyjä. Myös vegaaninen Atkinsin dieetti on mahdollinen, jos hiilihydraattien määrä pidetään 50 grammassa päivässä, mutta siinä proteiinien saannin kanssa on oltava erityisen tarkkana. Proteiininlähteiksi soveltuvat esimerkiksi siemenet, pähkinät, soijaruoat, kvinoa ja vegaanisessa Atkinsin dieetissä myös palkokasvit.

## **Mitä Atkinsin dieetissä saa ja ei saa syödä**

### **Syötävät ruoat:**

Laihduuttajat saavat syödä avokadoja, sillä ne sisältävät terveellisiä rasvoja.

- kaikki lihat ovat
- rasvaiset kalat ja äyriäiset
- munat
- avokadot
- vähän hiilihydraatteja sisältävät vihannekset, kuten valkokaali, parsakaali ja parsat

- täysirasvaiset maitotuotteet, kuten juustot
- pähkinät ja siemenet
- terveelliset rasvat, kuten neitsytoliiviöljy, kookosöljy ja avokadoöljy

Dieettiin sopivia juomia ovat vesi, kahvi ja vihreä tee

Päivän ruokavalio on esimerkiksi tällainen:

- Aamiainen: Juustomunakas ja vähän hiilihydraatteja sisältäviä vihanneksia
- Lounas: Kanasalaatti ja pähkinöitä
- Päivällinen: Lihapullia ja vähähiilihydraattisia vihanneksia

Välipaloiksi sopivat esimerkiksi pähkinät, siemenet, kananmunat ja kreikkalainen jogurtti

## **Vältettävät ruoat:**

- sokeri, virvoitusjuomat, leivokset ja makeiset
- kaikki viljat, kuten vehnä, speltti ja riisi
- vähärasvaiset laihdutusruoat, koska niissä rasva on usein korvattu hiilihydraateilla
- palkokasvit, kuten linssit, pavut, herneet

Induktiovaiheen aikana runsashiilihydraattisia hedelmiä, kuten banaaneita, omenoita ja rypäleitä sekä runsashiilihydraattisia vihanneksia, kuten porkkanoita, tulee välttää.



## TL;DR

Atkinsin mukaan verensokeri ja pohjukaissuolen erittämä GIP-hormoni stimuloivat insuliinin eritystä ja insuliinia tarvitaan rasvan ja sokereiden varastointiin rasvasoluihin. Rasvasoluissa myös sokerimolekyyleistä syntetisoidaan rasvahappoja. Insuliinin erityksen vähentäminen hiilihydraattien rajoittamisella vähentää rasvan varastoitumista, tehostaa varastorasvojen käyttämistä energiaksi ja auttaa laihduttamaan.

---

## Kritiikki

*"Insuliinilla on aineenvaihdunnassa muitakin tehtäviä. Verensokerin ohella se säätelee myös rasvahappojen siirtymistä*

*verestä rasvasoluihin, jotka varastoivat ne rasvana. Varastorasva on juuri sitä tuttua rasvaa, jota nimitämme läskiksi. – – – Vaikka päättely insuliinista saattaa kuulostaa loogiselta, se on täysin virheellinen yksinkertaistus. Sen esittäjät ovat poimineet ihmisen aineenvaihdunnasta yhden palan ymmärtämättä rasvan varastoitumisen kokonaisuutta.”* Sisätautien erikoislääkäri Pertti Mustajoki – [Duodecim](#)

Pertti Mustajoki korostaa, että Atkinsin dieetin laihduttavat ominaisuudet perustuvat siihen, että Atkinsin ruokavaliota noudattava saa ravinnostaan vähemmän kaloreita. Vastakkain ovat klassinen kaloriteoria ja uudempi aineenvaihdunnan erilaisia mekanismeja korostava näkemys. Tutkimuksissa on osoitettu, että vähähiilihydraattinen ruokavalio laihduttaa vähän kaloreita sisältävää ravintoa selvästi tehokkaammin dieetin ensimmäiset kuukaudet, mutta erot ruokavalioiden välillä tasoittuvat noin vuoden laihduttamisen jälkeen.

*”Oikeastaan ei tarvita edellä kuvattujen monimutkaisten aineenvaihdunnan tapahtumien tuntemusta. Energian häviämättömyyden lain perusteella voidaan helposti ymmärtää, että painonhallinnassa ruuan rasva ei suinkaan ole viaton. Jos saamme ruuasta energiaa enemmän kuin ”poltamme” eli kulutamme, ainoa mahdollisuus on varastoida se. Ylimääräinen energia ei voi hävitä. Se jää meihin, oli se sitten peräisin hiilihydraateista, proteiinista tai rasvoista.”* Sisätautien erikoislääkäri Pertti Mustajoki – [Duodecim](#)

## **Kuinka rasvasolut vaikuttavat painonhallintaan?**

Rasvasolut eli adiposyytit tai liposyytit ovat kantasoluista kehittyneitä soluja, joiden tärkein tehtävä on varastoida ylimääräistä energiaa. Ihmisillä on kahdenlaisia rasvasoluja: valkoisia rasvasoluja (WAT) ja ruskeita rasvasoluja (BAT).

Ravinnon sisältämä ylimääräinen energia varastoidaan



rasvasoluihin. Kun rasvasolut täyttyvät ja kasvavat riittävän suuriksi, ne jakautuvat ja tekevät näin varastoitavalle energialle enemmän tilaa.

Kerran muodostuneet rasvasolut eivät katoa mihinkään, vaikka paino putoaisi. Se on eräs laihduttamisen vaikeuteen vaikuttava tekijä. Laihtumisen ja lihomisen seurauksena rasvasoluihin varastoituneen rasvan määrä vaihtelee; solut eivät katoa.

## **Valkoiset rasvasolut**

Valkoiset rasvasolut ovat yhden nesterakkulan soluja, jotka sisältävät ohuen sytoplasman ympäröimän "rasvapisaran". Valkoiset rasvasolut varastoivat ensisijaisesti triglyseridejä.

Valkoiset rasvasolut muistuttavat toiminnaltaan elintä, sillä ne erittävät aineenvaihduntaan vaikuttavia hormoneja, adipokiinejä kuten resistiiniä, adiponektiinia, leptiiniä ja apeliinia. Näillä hormoneilla on suuri vaikutus painonhallintaan. Esimerkiksi rasvasolujen erittämä leptiini kertoo aivoille, kun kehon energiavarastot ovat täyttyneet. Leptiini on siis kylläisyshormoni.

Mitä enemmän ihmisellä on rasvasoluja, sitä hitaammin kehon energiavarastot täyttyvät ja rasvasolujen kemiallinen viesti energiavarastojen täyttymisestä hidastuu.

Suuri määrä energiatyydyttyneitä rasvasoluja voi aiheuttaa leptiinisignaaleilla eräänlaisen oikosulun aivojen leptiinireseptoreissa. Tällainen aiheuttaa leptiiniresistenssin, jossa aivot eivät enää reagoi kylläisyshormoniin normaalisti. Kun rasvasolujen määrä kasvaa tai leptiinin toiminta heikkenee, ihminen syö enemmän kuin tarvitsee.

Ihmisellä on keskimäärin 30 miljardia valkoista rasvasolua, joihin on varastoitunut noin 13,5 kiloa rasvaa.

## Ruskeat rasvasolut

Ruskeat rasvasolut sisältävät useita nesterakkuloita, joihin on varastoitunut rasvapisaroita. Ruskeat rasvasolut poikkeavat valkoisista rasvasoluista erityisesti koska ne sisältävät runsaasti energiaa tuottavia mitokondrioita. Ruskeaa rasvaa kutsutaan joskus vauvanrasvaksi ja se tuottaa elimistöön lämpöä.

Atkinsin dieetti voi vaikuttaa suotuisasti tyypin 2 diabetesta tai metabolista oireyhtymää sairastavien terveyteen ja vähentää lääkkeiden tarvetta. Diabetekseen erikoistuneet lääkärit varoittavat kuitenkin, että Atkinsin dieetti ei ole yksinkertainen ratkaisu tyypin 2 diabeteksen hoitoon, vaikka hiilihydraattien ja glukoosin saannin seuraaminen on tärkeä osa diabeteksen hoitoa.



---

# Entä vaikutukset – toimiiko Atkinsin dieetti?

---

Atkinsin ruokavalion tavoitteena on laihtua ja ehkäistä eräitä sairauksia, kuten metabolista oireyhtymää, tyypin 2 diabetesta, korkeaa verenpainetta sekä sydän- ja verisuonitauteja.

Tutkimuksen mukaan useimmat lopettavat Atkinsin ruokavalion noudattamisen 2-3 vuodessa.

Stanfordin yliopiston tutkimuksessa Atkinsin dieettiä noudattavien verenpaine ja kolesterolitasot kehittyivät suotuisaan suuntaan, ja dieetti laihdutti tehokkaammin kuin vertailtavat laihdutusruokavaliot.

**Ruokavalion alkuvaiheessa joillain laihduttajilla ilmenee:**

- päänsärkyä
- huimausta
- heikotusta
- väsymystä
- ummetusta

Atkinsin dieetin puolestapuhujien mukaan ruokavalio sopii painonpudotuksen ohella diabeteksen ja korkean verenpaineen hoitoon. Muunneltua Atkinsin dieettiä käytetään myös lasten vaikean epilepsian lääketieteelliseen hoitoon.

## Hyödyt

Ruokavalion kehittäjän Robert Atkinsin mukaan vähähiilihydraattisen ruokavalion etuja ovat:

- Ruoan määrää tai kalorimäärää ei rajoiteta
- Nälkää ei tarvitse tuntea
- Ruokahalu vähenee
- Ruoansulatus paranee
- Paino laskee eikä tule takaisin, koska ruokavalio sopii pysyvään painonhallintaan
- Useimmat ylipainoisuuteen liittyvät terveysongelmat helpottuvat

Atkinsin mukaan vähän hiilihydraatteja sisältävän ketogeenisen ruokavalion myötä veren kolesteroliarvot paranevat ja sydäntautien riski vähenee. Atkinsin mukaansa ruokavalioon liitetyt terveysongelmat eivät johdu rasvasta, vaan 1800-luvun jälkeen yleistyneiden prosessoitujen hiilihydraattien käytöstä.

## **ketogeenisen ruokavalion hyötyjä:**

### **1. Vähähiilihydraattinen ruokavalio vähentää ruokahalua**

Monissa laihdutusruokavalioissa jatkuva näläntunne tuottaa ongelmia. Se johtaa helposti dieetin lopettamiseen. Vähähiilihydraattinen ruokavalio ylläpitää kylläisyyden tunnetta erinomaisesti, vaikka se samalla leikkaa energiansaantia.

Tutkimusten mukaan hiilihydraatteja rasvalla ja proteiineilla korvaavat saavat ravinnosta vähemmän kaloreita kuin hiilihydraattipainotteista ruokavaliota noudattavat.

### **2. Atkinsin dieetti on tehokkain laihdutusruokavalio ensimmäiset kuukaudet**

Hiilihydraattien rajoittaminen on yksinkertaisin ja tehokkain tapa laihtua. Tutkimusten mukaan vähän hiilihydraatteja sisältävää ruokavaliota noudattavat laihtuvat nopeammin kuin laihduttajat, jotka rajoittavat rasvaa ja laskevat kaloreita.

Tutkimuksissa, joissa on vertailtu vähähiilihydraattisen ruokavalion ja vähärasvaisen ruokavalion tehoa laihduttamisessa, on havaittu, että hiilihydraatteja rajoittamalla laihtuu selvästi nopeammin ja enemmän tuntematta nälkää.

Vähän hiilihydraatteja sisältävä dieetti on muita laihdutusruokavalioita tehokkaampi ensimmäisen puolen vuoden aikana, mutta sen jälkeen erot ruokavalioiden välillä tasoittuvat.

### **3. Viskeraalinen vyötärölihavuus vähenee selvästi**

Kaikki rasvat eivät ole samanarvoisia. Pahinta elimistöön kertyvää rasvaa on vatsaonteloon elinten ympärille varastoituva viskeraalinen rasva eli sisälmysrasva.

Sillä mihin kehon osaan rasva varastoituu, on merkitystä terveyden ja sairastumisriskin kannalta. Viskeraalinen rasva on yleisintä ylipainoisilla miehillä. Vyötärölihavuuteen liittyy usein myös maksan rasvoittuminen.

Viskeraalinen rasva kerääntyy vatsaontelossa elinten ympärille ja kasvattaa inflammaation sekä insuliiniresistenssin riskiä.

Vähän hiilihydraatteja sisältävät ruokavaliot, kuten Atkinsin dieetti, vähentävät hyvin tehokkaasti erityisesti vatsaonteloon kerääntyvää viskeraalista rasvaa.

### **4. Triglyseridien määrä veressä laskee merkittävästi**

Triglyseridit ovat verenkierrossa kiertäviä vapaita rasvahappoja. Koholla olevat triglyseridit on tunnettu sydäntautien riskitekijä. Runsaasti hiilihydraatteja sisältävä ravinto ja etenkin fruktoosi kasvattavat veren triglyseridipitoisuutta.

Hiilihydraatteja rajoittavassa ruokavaliossa veren vapaat rasvahapot – triglyseridit siirtyvät ketoaineiden ja

energiantuotantoon.

## **5. Atkinsin ruokavalio lisää hyvän HDL-kolesterolin määrää**

HDL tunnetaan ns. "hyvänä" kolesterolina: ts. mitä enemmän HDL-kolesterolia veressä on suhteessa LDL-kolesteroliin, sitä pienempi sydäntautiriski. Vastaavasti LDL-kolesterolin kasvu kasvattaa sydäntautien riskiä.

Paras tapa lisätä hyvän HDL-kolesterolin määrää, on syödä rasvaa. Atkinsin ruokavalio ja muut ketogeeniset ruokavaliot ovat runsasrasvaisia dieettejä. [Lähde1](#), [Lähde2](#).

## **6. Veren sokeri- ja insuliinipitoisuus laskee**

Vähähiilihydraattiset ja ketogeeniset ruokavaliot saattavat vähentää lääkkeiden tarvetta metabolista oireyhtymää ja tyyppin 2 diabetesta sairastavilla. Hiilihydraattien rajoittaminen laskee verensokeria ja veren insuliinitasoja.

Joidenkin aikuistyyppin diabetesta sairastavien insuliinintarve laskee Atkinsin ruokavalion myötä jopa 50 %. Yhden tutkimuksen mukaan tyyppin 2 diabetesta sairastavista 95 prosenttia vähensi lääkkeiden käyttöä 6 kuukauden sisällä Atkinsin dieettiin aloittamisesta. [Lähde](#).

Jos sairastat diabetesta ja aloitat vähähiilihydraattisen ja ketogeenisen ruokavalion, konsultoi asiasta lääkäriä, sillä riskinä on hypglykemia.

## **7. Atkinsin ruokavalio voi laskea verenpainetta**

Kohonnut verenpaine lisää sydän- ja verisuonitautien riskiä. Vähän hiilihydraatteja sisältävät ruokavaliot voivat joidenkin tutkimusten mukaan laskea verenpainetta.

# Lähteitä:

[Glykemiakuorma](#)

[Ketoosi](#)

[What to know about low-carb, high-fat diets](#)

[Atkins diet: What is it and should I try it?](#)

[Aktins.com](#)

[Atkinsin dieetti](#)

---

## Vehnän ATI-proteiinit voivat aiheuttaa tulehdusreaktion

Gluteenin terveyshaitat tunnetaan hyvin. Viime vuonna tutkijat havaitsivat, että vehnän ATI-proteiinit voivat aiheuttaa tulehdusreaktion kroonisissa autoimmuunitauteissa, kuten ms-taudissa ja reumassa. Vehnän amylaasi-trypsiini-inhibiittorit voivat pahentaa tulehduksellisten autoimmuunitautien oireita.

ATI-proteiinit selittävät myös toisen viljoihin yhdistetyn sairauden syntymekanismia: ei-keliakiaan liittyvä gluteeniyliherkkyys selittyy todennäköisesti juuri ATI-proteiineilla. ATI-proteiineista uutisoi geen- ja bioteknologiaan keskittynyt [GEN](#) (10/2016) ja siihen liittyvä tutkimus on julkaistu United European Gastroenterology Week 2016 -julkaisussa.

[Wheat amylase trypsin inhibitors drive intestinal inflammation via activation of toll-like receptor 4](#)

Wheat Proteins Known as ATIs May Worsen Inflammation in People with MS

[Your Wheat Sensitivity May Actually Have Nothing to Do With](#)

## Gluten

*According to the scientists from the Johannes Gutenberg University, for some people, eating ATIs (which make up no more than 4% of wheat proteins) can trigger powerful immune responses in the gut that can affect other parts of the body, including the lymph nodes, kidneys, spleen, and brain.*

## Vehnä

Vuonna 2016 vehnää tuotettiin 749 miljoonaa tonnia hieman yli 220 miljoonan hehtaarin viljelysalalla, eli enemmän kuin kaikkia muita viljoja yhteensä. Riisin ja maissin ohella vehnä on yksi tärkeimmistä ravintokasveista ja tärkein kasvisproteiinien ravintolähde maailmassa.

Vehnä on ihanaa. Sitko eli gluteeni tekee vehnällä leipomisesta helppoa. Olen noudattanut sekä gluteenitonta että vähähiilihydraattista (myös gluteenitonta) ruokavaliota ja kokeillut ruoanlaittoa gluteenittomilla jauhoilla sekä riisi- ja maissijauhoilla ja psylliumilla, makustellut gluteenittomat pastat ja pizzapohjat, mutta eivät ne ole yhtä herkullisia kuin vehnästä tehdyt.

Vehnän ylivoimaisista leivontaominaisuuksista huolimatta vapun jälkeen edessäni on jälleen vehnätön leipä ja gluteeniton pasta. Vehnä on sokerin ohella ensimmäisiä ravintoaineita, joista kannattaa terveyden ja painonhallinnan vuoksi luopua. Uskon vehnättömyyden kohentavan yleistä hyvinvointia, ja jos ei muuta, niin se voi auttaa pudottamaan muutaman kilon.

Maissi- ja riisijauhot eivät sinänsä ole vehnää parempia vaihtoehtoja. Riisijauhoissa on korkeita arseenipitoisuuksia ja maissijauhot on valmistettu todennäköisesti geenimuunnellusta maissista. Niillä leipominen on haastavaa. Tattari- ja kaurajauhot kelvannevat vehnäjauhojen korvaajiksi, vaikka ei niilläkään vehnää todellisuudessa korvaa.



# Vehnän ravintoarvot

Vehnä koostuu hiilihydraateista (noin 71 %), rasvasta (n. 1,5 %), proteiineista (10-13 %, joista 75-80 % on gluteenia) sekä vedestä (n. 13 %). Sadassa grammassa vehnäjauhoja on energiaa 337 kcal.

Täysjyvävehnässä on enemmän kuituja ja ravinteita kuin "valkoisissa vehnäjauhoissa". Vehnästä saadaan mm. B-vitamiineja (tiamiinia, riboflaviinia, niasiinia ja pantoteenihappoa), E- ja K-vitamiineja, kalsiumia, rautaa, magnesiumia, sinkkiä, seleeniä, mangaania ja fosforia.

Spelttivehnä on ravintoarvoiltaan leipävehnää parempi ja se sisältää runsaasti B-vitamiineja sekä kivennäisaineita, kuten magnesiumia, kaliumia, fosforia, kalsiumia, rautaa ja mangaania. Siitä löytyy myös kaikki elimistön tarvitsemat aminohapot. Sata grammaa spelttivehnää sisältää 13-18 g proteiineja, noin 3 grammaa rasvoja (mm. linolihappo ja öljyhappo) ja 75 g hiilihydraatteja, josta 8,2 g kuituja. Speltti sisältää kuitenkin myös gluteenia, joten se ei sovi keliakiaa sairastaville.

## Vehnän lyhyt historia

Arkeologisen aineiston perusteella (emmer)vehnää on viljelty ravinnoksi jo n. 9600 eaa. Lähi-idässä ja Turkissa sekä hieman myöhemmin Kiinassa. Spelttivehnä on noin 10 000 vuotta vanha jalostamaton alkuvehnelajike, jota viljellään yhä jonkin verran.

Maanviljely levisi Lähi-idästä Välimeren alueelle, Balkanille ja Euroopan viimeistään pronssikaudella ja mahdollisti suurempien ihmisyhteisöjen, erilaisten ammattikuntien sekä järjestelmällisempien kulttuurien kehittymisen.

Vehnä oli rahvaan ravintoa, mutta myös armeijoiden polttoainetta ja sellaisena se mahdollisti suurten

valtakuntien kehittymisen. Vehnä ravitsi sekä Aleksanteri Suuren, että roomalaisten voitokkaat sotajoukot. Tyypillinen roomalainen sotilas söi päivässä kilon vehnäleipää.

## **Miksi viljat aiheuttavat terveysongelmia?**

Viljat voivat aiheuttaa monenlaisia oireita vatsanväänteistä keliakiaan. Usein syynä on gluteeni ja viljojen sisältämät proteiinit.

Gluteenin sisältämät prolamiinit (gliadiini, sekaliini ja hordeiini) aiheuttavat keliakiaa sairastavilla taudinkuvaan liittyviä oireita. Viime vuonna julkaistun tutkimuksen mukaan myös vehnän amylaasi-trypsiini-inhibiittorit (ATIit) voivat aiheuttaa terveysongelmia ja pahentaa tulehduksellisten autoimmuunitautien ja allergioiden oireita.

### **Gliadiini on glykoproteiini**

Glykoproteiineja esiintyy suurimmalla osalla organismeista. Myös monet virukset sisältävät glykoproteiinia. Eräät hormonit, jotkut veriryhmätekijät ja melkein kaikki plasman proteiinit albumiinia lukuun ottamatta ovat glykoproteiineja. Solukalvon glykoproteiinin tarkoituksena on tunnistaa soluun saapuvia komponentteja ja samalla suojata solua. Verenkiertoon päästessään gliadiini voi aiheuttaa autoimmuunireaktion gliadiinin ja elimistön omien glykoproteiinien samankaltaisuusilmiön vuoksi.

## **Keliakia**

Gluteenin sisältämien proteiinien vaikutukset ruoansulatuskanavan terveydelle ovat olleet tutkijoiden mielenkiinnon kohteina pitkään. Gliadiini on prolamiineista tunnetuin, ja sen merkitys keliakian synnyssä on kiistattomasti osoitettu. Sekaliinin ja hordeiinin

vaikutusmekanismit ovat vähemmän tunnettuja, mutta myös ne aiheuttavat oireita keliakiaa sairastavilla.

Keliakian esiintyvyys on kasvussa. Suomessa keliakiaa sairastavia on arvioiden mukaan 1-2 % väestöstä. Diagnoosi saadaan verikokeella (endomysiini- tai transglutaminaasivasta-aineet) ja se varmistetaan ohutsuolinäytteellä. Varmistettu keliakia-diagnoosi on noin 30 000 suomalaisella.

Jos viljat aiheuttavat selviä oireita, mutta tutkimuksissa keliakiaa ei voida todentaa, voi kyseessä olla vilja-allergia tai ei-keliakiaan liittyvä gluteeniyliherkkyys.

## **T-solujen vaikutus keliakiassa**

Keliakia on T-soluvälitteinen autoimmuunitauti, jossa gliadiini aktivoi ohutsuolen limakalvon efektori-CD4+T-soluja. Ulkoisilta taudinaiheuttajilta normaalisti suojaavat sytoksiset T-solut hyökkäävät keliakiassa elimistön omia kudoksia vastaan.

Terveillä sytoksinen T-solu tunnistaa vieraan antigeenin kohdesolunsa pinnalla. TC-reseptorien kasautuminen yhdessä muiden avustavien reseptorien, adheesiomolekyylien ja signaalivälitysproteiinien kanssa muodostaa immunologisen yhteyden vieraaseen antigeeniin. Tämän yhteyden kautta sytoksinen T-solu kohdistaa aktivaationsa taudinaiheuttajaan joko perforiinivälitteisesti vapauttamalla kohdesoluun apoptoosiin (solukuolemaan) johtavaa perforiinia tai Fas-välitteisesti, jolloin T-solun Fas-ligandi sitoutuu kohdesolun pinnan Fas-reseptoriproteiiniin; Fas-proteiinin aktivoituminen johtaa myös solun apoptoosiin eli ohjattuun solukuolemaan.

Muun muassa näin terve elimistö taistelee verenkiertoon päässeitä vieraita taudinaiheuttajia vastaan, mutta autoimmuunitaudeissa immunologinen järjestelmä on villiintynyt ja tuhoaa tuntemattomasta syystä myös kehon omia soluja.

# Keliakian etiologia

Keliakiaa on tutkittu paljon ja sen etiologia tunnetaan varsin hyvin. Sairastuvuuteen vaikuttaa monitekijäinen perinnöllinen alttius, joka liittyy vahvimmin kromosomissa 6 sijaitseviin antigeenin esittelyä säätelevien HLA-geenien DQ2- ja DQ8-alleeleihin.

HLA-geenit selittävät kuitenkin vain osan keliakian perinnöllisyydestä. Uusimmissa tutkimuksissa keliakiaan liittyvää geenialuetta on löydetty myös kromosomeista 2. ja 10. Sairastumisen laukaisee viljojen sisältämä **prolamiineista** ja **gluteniineista** muodostuva **gluteeni**.

Sairastumisalttiilla gluteenin prolamiiniosa, eli vehnän **gliadiini**, rukiin **sekaliini** ja ohran **hordeiini** aiheuttavat immunologisen vasta-ainereaktion, jossa prolamiini kiinnittyy ohutsuolen limakalvossa sitä vastaan muodostuneeseen vasta-aineeseen. Tämä aiheuttaa ohutsuolen limakalvolla suolinukkaa vaurioittavan tulehdusreaktion, mikä häiritsee ravintoaineiden imeytymistä.

## Gluteeni ja prolamiinit: gliadiini, sekaliini ja hordeiini

- *Vehnän gluteeni koostuu gliadiinista ja gluteniinista*
- *Rukiin gluteeni koostuu sekaliinista ja gluteniinista*
- *Ohran gluteeni koostuu hordeiinista ja gluteniinista*

Prolamiinit ovat prolamiini-aminohappoa sisältäviä peptidimolekyylejä. Prolamiineista gliadiini vaikuttaa mm. tsonuliiniproteiiniin, joka säätelee ohutsuolen limakalvon tiiviiden liitosten läpäisevyyttä.

# Sytokiinit

Gliadiini aktivoi ohutsuolen limakalvon efektori-CD4+T-soluja. Aktivoinnin seurauksena vapautuu Th-1-yhteensopivia sytokiinejä, eli solujen välisen viestinnän välittäjäaineita, joilla on keskeinen merkitys keliakian patogeneesissä. Sytokiinejä kutsutaan usein tulehduksen välittäjäaineiksi, sillä osa sytokiineistä aiheuttaa tulehduksia ja allergioita ja osa vaimentaa niitä.

Mikroskooppiset sytokiinit toimivat sitoutumalla kohdesolun pinnalla oleviin reseptoreihin. Ne aktivoituvat ja käynnistävät reaktiosarjan solun sisällä. Reaktiot toimivat signaaleina, jotka lopulta välittyvät solun tumaan ja siellä sijaitseviin kohdegeeneihin. Sytokiinit vaikuttavat siis geenien luentaan.

# Suoliston läpäisevyys

Gliadiini voi myös lisätä ohutsuolen läpäisevyyttä tsonuliinin välityksellä, jolloin verenkiertoon kulkeutuu ohutsuolesta erilaisia tulehduksia aiheuttavia patogeenejä ja osittain sulaneita proteiineja. Tsonuliini on monien solujen tuottama säätelyproteiini, jonka tehtävä suolistossa on säädellä solujen välisten tiiviiden liitoskohtien läpäisevyyttä.

Vuotava suoli voi aiheuttaa mm. vatsakipua, kaasunmuodostusta, rintakipua, lihassärkyä, nivelkipua, kroonista väsymystä, mielialojen vaihtelua, muistihäiriöitä, atooppista ihottumaa, heikentynyttä vastustuskykyä, ja virtsatietulehduksia.

*"Gliadin (a component of gluten) can free itself when gluten is digested and stimulate a receptor on enterocytes which then leads to the transcription of zonulin. After transcription, the zonulin becomes extracellular and binds to its receptor, which leads to the disassembly of the tight junction between enterocytes. This is an issue because the*

*cells will separate lead to leaky gut syndrome. This mechanism occurs in 100 percent of humans and, while only 1.6-1.8 percent will go on to develop celiac disease, another 18-30 percent will become gluten sensitive. Even more compelling still is the fact that once that junction has become disruptive, proteins from the digestion of gluten and all other foods can gain access to the bloodstream and stimulate the immune system's macrophages and T-cells, thereby up-regulating inflammation."*

Gluteeni-tsonuliini inflammaatio häiritsee myös veriaivoesteen toimintaa. Tutkimuksissa on havaittu, että vuotavan suolen lisäksi myös aivoja suojaava veriaivoeste voi "vuotaa". Itse asiassa Tri Marios Hadjivassilioun tutkimus (2010) osoitti, että pelkästään gluteeniyliherkkyys voi lisätä veriaivoesteen läpäisevyyttä niin, että aivojen valkoisessa aineessa voidaan havaita veriaivoesteen lisääntyneen läpäisevyyden aiheuttamia näkyviä muutoksia.

## **Tiiviit liitokset ja vuotava suoli**

Suolen limakalvon epiteelikerroksen solujen välissä on tiiviitä liitoksia, joita okludiini-, klaudiini yms. proteiinit pitävät koossa. Kun liitos pettää, alkaa suoli vuotaa ja päästää verenkieroon molekyyliä, joiden ei pitäisi verenkiertoon päästä. Ohutsuolen limakalvon läpi verenkiertoon kulkeutuu vieraiden aineiden antigeenejä sekä osittain pilkkoutuneita proteiineja.

Lisääntynyt läpäisevyys johtuu siitä, että suolen epiteeliin syntyy suoliston vahingoittumisen ja/tai lisääntyneen tsonuliininerityksen vuoksi vuotavia rakoja.

Terveen limakalvon epiteelisolujen välillä on tiivis proteiinien muodostama saumarakenne. Sen tarkoitus on estää liuenneiden aineiden kulkeutuminen solujen välistä. Tiiviit liitokset muodostavat terveessä suolistossa esteen, jonka läpi

molekyylit eivät pääse kulkeutumaan. Ne estävät myös molekyyliden kulkeutumisen solujen välistä, jolloin aineiden on kuljettava solujen läpi ja solut voivat säädellä niiden kulkua.

Kun ohutsuolen limakalvon tsonuliinireseptoreita omaavat IEC6- ja Caco2-solut altistuvat vehnän sisältämälle gliadiinille, solut vapauttavat tsonuliinia, joka säätelee ohutsuolen läpäisevyyttä.

*"When exposed to gliadin, zonulin receptor-positive IEC6 and Caco2 cells released zonulin in the cell medium with subsequent zonulin binding to the cell surface, rearrangement of the cell cytoskeleton, loss of occludin-ZO1 protein-protein interaction, and increased monolayer permeability. Pretreatment with the zonulin antagonist FZI/0 blocked these changes without affecting zonulin release. When exposed to luminal gliadin, intestinal biopsies from celiac patients in remission expressed a sustained luminal zonulin release and increase in intestinal permeability that was blocked by FZI/0 pretreatment. Conversely, biopsies from non-celiac patients demonstrated a limited, transient zonulin release which was paralleled by an increase in intestinal permeability that never reached the level of permeability seen in celiac disease (CD) tissues. Chronic gliadin exposure caused down-regulation of both ZO-1 and occludin gene expression. Based on our results, we concluded that gliadin activates zonulin signaling irrespective of the genetic expression of autoimmunity, leading to increased intestinal permeability to macromolecules." Lähde: [PubMed](#)*

## **Molecular mimicry ja autoimmuunitaudit**

Vehnän gliadiini voi altistaa vuotavan suolen oireyhtymälle, minkä seurauksena verenkiertoon päätyneet vieraat antigeenit

ja osittain sulaneet proteiinit voivat tunnetun autoimmuunitautien patogeneesiä selittävän hypoteesin ([Molecular mimicry](#)) mukaan aiheuttaa autoimmuunireaktion verenkiertoon imeytyneiden antigeenien ja kehon omien antigeenien samankaltaisuuden vuoksi.

Hypoteesin mukaan on mahdollista, että kehon omien ja vieraiden antigeenien sekvenssien samankaltaisuus ristiinaktivoi autoreaktiiviset T- ja B-solut hyökkäämään sekä vieraita antigeenejä, että niitä muistuttavia kehon kudoksia vastaan. Immuunijärjestelmä oppii tunnistamaan taudinaiheuttajia, mutta autoimmuunitaudeissa immuunijärjestelmä erehtyy pitämään myös kehon omia kudoksia vieraina taudinaiheuttajina niiden samankaltaisuuden vuoksi.

*"Immune cells of the adaptive immune response are specifically activated, but the hallmark of autoimmunity is the dysregulation of the immune system, especially T and B cells recognizing self-antigens as foreign. The ability of T cells to evade central (thymic selection) and peripheral (Tregs) mechanisms of tolerance is evident by the large number of T cell mediated human autoimmune diseases, such as type-1 diabetes, systemic lupus erythematosus, rheumatoid arthritis and multiple sclerosis (MS). Molecular mimicry has been implicated in the pathogenesis of many of these autoimmune diseases including MS, spondyloarthropathies, Graves' disease, and diabetes mellitus. In the case of MS, it has been hypothesized that certain viruses, such as Epstein-Barr virus (EBV), share sequence homology with antigenic structures in the CNS."*

Arvostettu keliakiatutkija Alessio Fasano on esittänyt hypoteesin siitä, kuinka ohutsuolen vaurioituminen ja läpäisevyyden lisääntyminen ovat merkittävässä roolissa autoimmuunitautien, kuten tyypin 1 diabeteksen, keliakian, reuman ja ms-taudin patogeneesissä.



# Vehnän ATI-proteiinit & autoimmuunitaudit

United European Gastroenterology Week (2016) julkaisi tutkimuksen vehnän ATI-proteiinien terveysvaikutuksista. Tutkimus osoitti, että **amylaasi-trypsiini-inhibiittorit** (ATI) aiheuttavat tulehdusreaktioita myös suoliston ulkopuolisissa kudoksissa, kuten imusolmukkeissa, munuaisissa, pernassa ja aivoissa.

Vehnän amylaasi-trypsiini-inhibiittorit voivat pahentaa reuman, ms-taudin, astman, lupuksen, alkoholista riippumattoman rasvamaksan sekä tulehduksellisen suolistosairauden (IBD) oireita.

## Mitä amylaasi-trypsiini-inhibiittorilla tarkoitetaan?

Trypsiini on proteaasi-entsyymi eli proteiineja (erityisesti arginiinia ja lysiinia) peptideiksi pilkkova entsyymi. Amylaasi on entsyymi, joka pilkkoo ruoansulatuskanavassa tärkkelystä mm. maltoosiksi. Ihmisen elimistö tuottaa sekä trypsiiniä että amylaasia, joita tarvitaan ruoansulatuksessa. Inhibiittorit ovat aineita, jotka estävät entsyymin toiminnan joko osittain tai kokonaan.

Inhibiittori voi kiinnittyä entsyymin aktiiviseen kohtaan, jolloin substraatti ei pääse kiinnittymään. Esimerkiksi antibiootit kiinnittyvät bakteerien aineenvaihdunnassa toimivien entsyymien aktiiviseen kohtaan, jolloin bakteerit kuolevat. Jotkin inhibiittorit muuttavat entsyymimolekyylin muotoa, jolloin substraatti ei pysty kiinnittymään sen aktiiviseen kohtaan. Esimerkiksi syanidi, tietyt hermokaasut ja arsenikki estävät tällä tavalla joidenkin elämän kannalta välttämättömien reaktioiden tapahtumisen soluissa. Soluissa on myös luonnollisia inhibiittoreita, jotka ylläpitävät soluissa tapahtuvien kemiallisten reaktioiden tasapainoa estämällä entsyymin tuotannon, kun entsyymireaktion lopputuotetta on

riittävästi. ATIt siis estävät amylaasin ja trypsiinin toimintaa ruoansulatuskanavassa.

### **Amylaasi-trypsiini-inhibiittorit**

Vehnän proteiineista korkeintaan 4 % on amylaasi-trypsiini-inhibiittoreita, mutta vaikka niitä on hyvin vähän, ne voivat laukaista suolistossa voimakkaan immuunireaktion, joka voi edelleen laajeta kehon muihin kudoksiin sytokiinien välityksellä.

Saksalaisen Johannes Gutenberg yliopiston professori Detlef Schuppan kertoi, että ATIt altistavat ohutsuolen tulehdusten ohella myös suoliston ulkopuolisille tulehduksille. Eikeliakiaan liittyvän gluteeniyliherkkyyden aiheuttama tulehdustila eroaa Schuppanin mukaan keliakian aiheuttamasta tulehdustilasta siinä määrin, että sen todennäköisesti aiheuttaa jokin muu tekijä, kuin gluteenin proteiinit. Tutkimuksessa voitiin osoittaa, että vehnän amylaasi-trypsiini-inhibiittorit (ATIt) aktivoivat ohutsuolen immuunisoluja sekä ja kudoksia sekä pahentavat näin mahdollisesti olemassa olevaa tulehdussairautta.

### **Kliiniset tutkimukset**

Tutkimus on edennyt vaiheeseen, jossa kliinisiä tutkimuksia valmistellaan. Näin pyritään tutkimaan tarkemmin ATien vaikutusta kroonisissa tulehdussairauksissa. Schuppanin mukaan lähitulevaisuudessa voidaan ehkä suositella ATI-vapaata ruokavaliota eräiden kroonisten tulehdussairauksien oireiden hoidossa.

## **Ei-keliakiaan liittyvä gluteeniyliherkkyys**

Sen lisäksi, että ATIt pahentavat tulehduksellisten autoimmunitautien oireita suoliston ulkopuolella, ne voivat selittää ei-keliakiaan liittyvän gluteeni yliherkkyyden

syntyprosessia. Tämä on tutkimusten myötä lääketieteellisesti hyväksytty diagnoosi potilailla, jotka eivät sairasta keliakiaa, mutta saavat oireita gluteenista ja hyötävät gluteenittomasta ruokavaliosta.

*"Intestinal symptoms, such as abdominal pain and irregular bowel movements, are frequently reported, which can make it difficult to distinguish from irritable bowel syndrome."*

Suoliston ulkopuoliset oireet, kuten päänsärky, nivelkipu ja ihottuma voivat johtaa ei-keliakiasta riippuvan gluteeniyliherkkyyden diagnoosiin, jos potilas oireilee selvästi gluteenia sisältävän ravinnon jälkeen, ja jos oireet helpottavat nopeasti gluteenittomalla ruokavaliolla. Gluteeni ei kuitenkaan ilmeisesti aiheuta näitä oireita.

*"Professor Schuppan hopes that the research will also help to redefine nonceliac gluten sensitivity to a more appropriate term. He explains, "Rather than nonceliac gluten sensitivity, which implies that gluten solitarily causes the inflammation, a more precise name for the disease should be considered."*