

The background of the slide features a close-up of a person's face, focusing on the eye and mouth, with a large pile of french fries in the foreground, partially obscuring the face.

Acne en Voeding

Welke invloed hebben voedingsstoffen met een hoge glykemische lading op acne vulgaris?

Auteurs: Nienke Csonka
Gerdien Zekveld
Afstudeeropdracht HBO Huidtherapie
Hogeschool Utrecht
28 april 2009

© Niets uit dit verslag mag worden vermenigvuldigd of opgeslagen in een gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s) of van de hogeschool.

Afbeelding op titelpagina: afbeelding ontworpen door G.M. Zekveld, april 2009

Samenvatting

Inleiding. In verscheidene artikelen wordt voeding met een hoge glykemische waarde geassocieerd met het stimuleren van het ontstaan van acne vulgaris. Ook vermelden patiënten dat zij verergering van acne zien na het consumeren van bepaalde voedingsmiddelen. Hier is tot nu toe weinig over bekend waardoor geen juist advies gegeven kan worden aan acnepatiënten.

Doelstelling. Het doel is te onderzoeken welke invloed voedingsstoffen met een hoge glykemische lading hebben op acne vulgaris om vervolgens deze uitkomst te delen met huidtherapeuten en dermatologen zodat deze kennis overgebracht kan worden aan patiënten waardoor zij rekening kunnen houden met hun eetpatroon/-gewoontes.

Methode. Artikelen van het jaar 2003 tot 2009 werden recent bevonden voor het onderzoek. Geraadpleegde databanken zijn PUBMED, CINAHL, Cochrane, LUCAS en scholar google. Studies die geen relatie hadden met acne, insuline of androgene hormonen werden niet relevant bevonden en uitgesloten.

Discussie. In de praktijkonderzoeken komt niet duidelijk één conclusie naar voren, er zijn een aantal kanttekeningen. Het is om deze rede niet met zekerheid te zeggen dat voeding met een hoge GL een stimulerend effect heeft op het ontstaan van acne vulgaris. Echter zijn er gehele populaties waarbij weinig tot geen acne voorkomt. Zij consumeren voedingsmiddelen die in vergelijking tot de westerse voedselconsumptie een lage GL hebben. Het is tevens zo dat door voedingsmiddelen met een hoge GL meer insuline wordt aangemaakt die een positieve invloed op de androgeensynthese heeft.

Conclusie. Door consumptie van voedingsstoffen met een hoge glykemische lading zal de bloedglucosespiegel snel stijgen wat zorgt voor een grote hoeveelheid insuline in het bloed. Onderzocht is dat insuline een stimulerende werking heeft op de androgeensynthese. Androgenen zorgen voor de productie van sebum wat een grote rol speelt bij het ontstaan van acne. Hieruit is te concluderen dat voeding met een hoge glykemische lading invloed heeft op acne.

Voorwoord

De motivatie voor het onderwerp acne en voeding hebben wij opgedaan door het werken in de huidtherapeutische praktijk. We hebben vaak meegemaakt dat acnepatiënten willen weten of voedingsstoffen invloed hebben op acne. Vaak moesten wij dit antwoord verschuldigd blijven omdat we op de opleiding geleerd hebben dat het niet wetenschappelijk bewezen is of voeding invloed heeft op het ontstaan van acne. Voor ons afstudeerproject willen wij de relatie tussen voeding en acne helder krijgen. Wij denken dat dermatologen, andere huidtherapeuten en huidtherapeuten in opleiding deze uitkomsten interessant zullen vinden. Na het lezen van dit literatuuronderzoek kunnen zij patiënten meer informatie geven over voeding in relatie met acne.

We hebben allebei een leerzame periode meegemaakt. Tijdens het lezen van de artikelen zijn we erg veel te weten gekomen. Door het leggen van de juiste verbanden vinden wij dat we een bijdrage hebben geleverd aan de wetenschappelijke kennis. We hebben met veel plezier gewerkt aan dit literatuuronderzoek. Wij willen Emmy van Elven bedanken voor het helpen bij de medische aspecten van ons onderzoek. Ook willen wij Sigrid Vorrink bedanken voor de begeleiding tijdens het gehele proces.

Inhoudsopgave

Inleiding	blz. 6
Methode	blz. 8
1. Acne vulgaris	blz. 9
1.1 Inleiding	blz. 9
1.2 Toegenomen sebumproductie	blz. 9
1.3 Hyperkeratose en obstructie van de talgklier	blz. 10
1.4 Bacteriële kolonisatie van de talgklier	blz. 10
1.5 Samenvatting	blz. 11
2. Glykemische lading	blz. 12
2.1 Inleiding	blz. 12
2.2 Koolhydraten	blz. 12
2.2.1 Het koolhydraatmetabolisme	blz. 12
2.2.2 Soorten koolhydraten	blz. 13
2.2.3 Verwerking van koolhydraten	blz. 13
2.2.3.1 Type koolhydraten	blz. 13
2.2.3.2 Monosachariden	blz. 14
2.2.3.3 Remming van enzymen	blz. 14
2.2.3.4 Resistant starch	blz. 14
2.3 Glykemische index	blz. 14
2.4 Glykemische lading	blz. 15
2.5 Samenvatting	blz. 16
3. Voedingsstoffen en hun glykemische lading	blz. 17
3.1 Inleiding	blz. 17
3.2 Voedingsstoffen met een hoge/lage GL	blz. 17
3.2.1 Voorbeeld 1	blz. 17
3.2.2 Voorbeeld 2	blz. 17
3.3 Verschil in GI/GL-waarden	blz. 18
3.4 Samenvatting	blz. 19
4. Acne en voeding	blz. 20
4.1 Inleiding	blz. 20
4.2 Insuline	blz. 20
4.3 Insuline en androgene hormonen	blz. 20
4.3.1 Polycysteus ovarium syndroom	blz. 21
4.4 Acne en voeding	blz. 21
4.5 samenvatting	blz. 23
Discussie	blz. 24
Conclusie	blz. 27
Aanbevelingen	blz. 28
Literatuurlijst	blz. 29

Inleiding

Probleem

Een veel voorkomende huidaandoening is acne vulgaris. Vooral rond de puberteit krijgen jongeren hier mee te maken. Mensen geven elkaar adviezen over hoe je het beste met de puistjes om kan gaan. Zo zijn er al een heleboel fabeltjes in de wereld die vertellen wat men tegen acne kan doen; smeer puistjes in met tandpasta, een rauwe aardappel of yoghurt.^{2,3,4} Ook wordt er gezegd dat door eten van suikers en koolhydraten acne ontstaat of verergert.⁵ Zijn deze beweringen juist of horen ze thuis in het rijtje van de fabeltjes? Ondanks het feit dat huidtherapeuten relatief veel patiënten met acne behandelen^{6,7}, bestaat bij ons het vermoeden dat zij het antwoord op deze vraag niet met zekerheid kunnen geven.

In 2006 hebben Eshof en Vermeent een scriptie geschreven over 'acne en melk' gebaseerd op het verhaal van een Canadese dermatoloog, Dr F.W. Danby. Danby geeft aan dat koemelk hormonen bevatten bestemd voor het kalfje. Wanneer mensen deze hormonen in het lichaam krijgen, kunnen hormoongevoelige talgklieren hierop reageren waardoor acne ontstaat of verergert. Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat koemelk een uitlokker kan zijn van acne.⁸ Dit roept vragen op; waarom zijn we er nu pas achtergekomen dat melk invloed kan hebben op acne? Betekent dit dat er meer voedingsstoffen zijn waar huidtherapeuten nog geen weet van hebben die er voor zorgen dat acne ontstaat of verergert?

Er zijn verschillende artikelen die 'glycemic-load' in verband brengen met acne^{9,10}. Deze artikelen suggereren dat een 'high glycemic-load' een negatieve invloed kan hebben op acne vulgaris. 'Glycemic-load' staat voor glykemische lading. Wanneer koolhydraten worden geconsumeerd, zet het menselijk lichaam deze om in suikers die de bloedsuikerspiegel doen stijgen. De stijging van de bloedsuikerspiegel hangt af van het type, de samenstelling en de hoeveelheid koolhydraten. De glykemische lading van een voedingsstof geeft aan of deze consumptie een geringe of grote stijging van de bloedglucosespiegel teweeg brengt. Dus, de glykemische lading is een getal dat iets zegt over de impact van de koolhydratenconsumptie. In het literatuuronderzoek zal het begrip glykemische lading uitgebreid aan bod komen. Ook zal er informatie over acne vulgaris en koolhydraten in dit literatuuronderzoek te vinden zijn.

Vanuit de praktijk is gebleken dat patiënten aangeven verergering van acne te krijgen na het eten van bepaalde voedingsstoffen. In het onderzoek van Green en Sinclair (2001) geeft 41 procent van de studenten van de Melbourne University aan dat zij

² *Oma weet raad*. Gevonden op 26 februari 2009, op

<http://www.omaweetraad.com/tipview.php?rubriek=gezondheid&label=Puistjes>

³ *Tandpasta goed tegen jeugdpuistjes?* (2008). Gevonden op 26 februari 2009, op

<http://www.dokter.nl/index.php/Huid-haar/84550-Tandpasta-goed-tegen-jeugdpuistjes.html>

⁴ *Acne: Zo kom je er vanaf*. (2008). gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.firanet.nl/beauty-tips/acne/>

⁵ *10 tips tegen puistjes*. (2008). Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.firanet.nl/beauty-tips/10-tips-tegen-puistjes/>

⁶ *Huidtherapie.com*. (1999). Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.huidtherapie.com/index.htm>

⁷ *Huidtherapeut; wat ga je doen?* (1999) Gevonden op 26 februari 2009, op

<http://www.gobnet.nl/beroep.php?id=49&p=1>

⁸ Marlou van den Eshof, Tamara Vermeent (2006). *Melk en Acne*. Gevonden op 15 januari 2009, op

http://www.nmsmits.nl/scriptie/page_ACNE01.html

⁹ Smith, R., Mann, N., (2007) Acne in adolescence: a role for nutrition? *Nutrition & Dietetics*. 64, 147 - 149

¹⁰ Smith, R.N., Mann, N.J., Braue, A., Makelainen, H. & Varigos, G.A. (2007). A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 86, 107 – 115.

voeding als een uitlokker zien van acne. Vooral chocolade, vet eten en voeding met een hoog suikergehalte.

In dit literatuuronderzoek zal onderzocht worden of deze bewering juist is doormiddel van een studie naar de glykemische lading in voedingsstoffen en de invloed hiervan op acne vulgaris.

Doelstelling

Door te onderzoeken welke invloed voedingsstoffen met een hoge glykemische lading hebben op acne vulgaris worden de volgende doelen bereikt:

- Huidtherapeuten en dermatologen kunnen deze kennis overbrengen aan patiënten waardoor zij rekening kunnen houden met hun eetpatroon/-gewoontes.
- Ook wordt er een bijdrage geleverd aan de wetenschappelijke kennis.

Dit literatuuronderzoek is dus zowel praktisch als theoretisch relevant.

Onderzoeksvraag

- *Welke invloed hebben voedingsstoffen met een hoge glykemische lading op acne vulgaris?*

De onderzoeksvraag zal beantwoord worden door het uitwerken van de volgende deelvragen:

1. Acne vulgaris
 - *Welke processen in de huid zijn van belang voor het ontstaan of verergeren van acne vulgaris?*
2. Glykemische lading
 - *Wat houdt glykemische lading in?*
3. Voedingsstoffen en hun glykemische lading
 - *Welke voedingsstoffen hebben een hoge/lage glykemische lading?*
4. Acne en voeding
 - *Welke invloed hebben voedingsstoffen met een hoge glykemische lading op acne vulgaris?*

In het onderzoek zal worden ingegaan op het gehele proces vanaf het eten van voedingsstoffen met een hoge glykemische lading tot het ontstaan van acne vulgaris. Hierin zal aandacht besteedt worden aan acne vulgaris, koolhydraten, de bloedglucosespiegel, insuline en androgene hormonen. Vervolgens zal een discussie en uiteindelijk een conclusie gevormd worden. Ter verduidelijking zal aan het eind van elk hoofdstuk een samenvatting geven worden.

Methode

In de periode van januari tot april 2009 is er gezocht naar literatuur over acne vulgaris en de effecten van varkensvlees, chocolade en bier. De volgende databanken zijn hiervoor gebruikt: PUBMED, CINAHL, Cochrane, LUCAS en scholar google. De zoektermen die gebruikt zijn, waren acne vulgaris, food, nutrition, chocolate, pork meat en beer.

Met deze zoektermen werden weinig bruikbare artikelen gevonden. Wel een aantal artikelen over chocolade, maar bij varkensvlees of bier was er geen respons. Opvallend was dat de term 'low-glycemic load' een aantal keer in een artikel voorkwam; 'low-glycemic load' in relatie met acne. Op dit onderwerp is verder gezocht naar relevante artikelen. Tijdens het zoeken is opnieuw gebruik gemaakt van de databanken PUBMED, CINAHL, Cochrane, LUCAS en scholar google.

De volgende zoektermen en combinaties hiervan zijn hierbij gebruikt:

Acne, acne vulgaris, low glycemic load, glycaemic, glykemische index, glycemic index, nutrition, carbohydrates, androgen, insulin, table, polycysteus ovarium syndroom, measuring, metabolism en food.

Artikelen van het jaar 2003 tot 2009 werden recent bevonden en relevant voor het onderzoek. Ook is er gezocht naar artikelen die al eerder gepubliceerd werden, deze konden gebruikt worden als historisch overzicht. Studies die geen relatie hadden met acne, insuline of androgene hormonen werden uitgesloten.

Met deze zoektermen zijn vooral Engelstalige artikelen gevonden, en drie Nederlandse artikelen.

Bij bruikbare artikelen is gekeken naar de literatuurlijst voor eventuele relevante studies/ onderzoeken. Via deze weg zijn een viertal artikelen gevonden.

Om het niveau van de gevonden literatuur, onderzoeken en reviews te beoordelen is gebruik gemaakt van de classificatie 'Handleiding Afstudeerproject Huidtherapie (2008-2009)'. Er zijn vier systematische reviews gevonden, drie kleine gerandomiseerde studies, drie gecontroleerde studies, twee artikelen met betrouwbare richtlijnen en twee maal een artikel met de opinie van een expert.

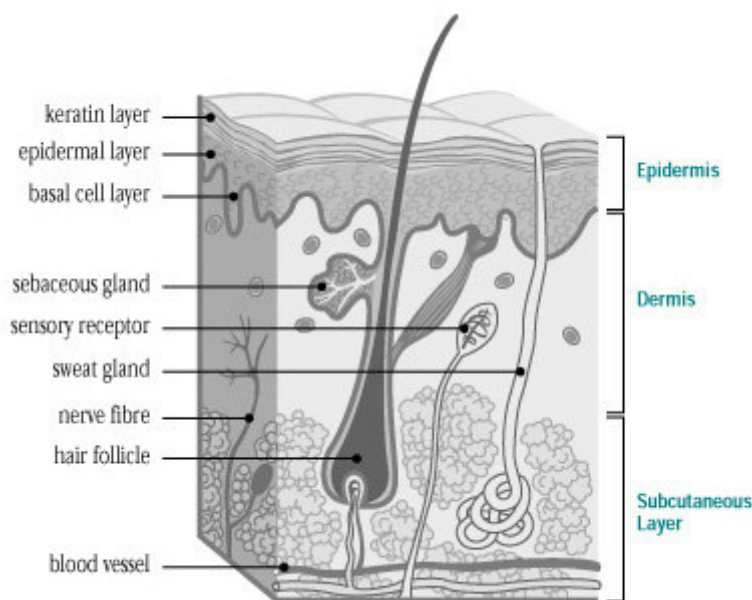
1. Acne vulgaris

Deelvraag: Welke processen in de huid zijn van belang voor het ontstaan of verergeren van acne vulgaris?

1.1

Inleiding

Een talgklier mondt doorgaans via de ductus sebaceus uit in de uitvoergang van de haarfollikel. Talgklieren zijn het talrijkst (tot circa 1000 per cm²) op het behaarde hoofd, het gelaat, de borst, rug en in de anogenitale regio.¹¹ Wanneer de talgklierfollikels chronisch ontstoken zijn is er sprake van acne vulgaris.¹² Dit kan door verschillende factoren veroorzaakt worden; een toegenomen sebum productie door androgene hormonen, hyperkeratose, obstructie van de talgklieruitvoergang en de bacteriële kolonisatie van de talgklier.¹³ Deze oorzaken zullen kort worden besproken.



FIGUUR 1. Talgklier in de huid.¹⁴

1.2

Toegenomen sebumproductie

Androgene hormonen hebben invloed op de productie van sebum. Het hormoon testosteron wordt door het enzym 5 α -reductase in de huid omgezet in 5 α -dihydrotestosteron (DHT). In het boek van Van Vloten (2003) staat beschreven dat receptoren van de talgklierencellen zich binden met DHT, waardoor een versterkt effect van de talgklier optreedt; er zal meer sebum geproduceerd worden. Wanneer een

¹¹ College Zweet/Talgklieren, Liesbeth van Dongen, 14 februari 2006

¹² Van Vloten, W.A. , Degreef, H. J. , Stolz, E. , Vermeer, B.J. , & Willemze, R. (2003). *Dermatologie en Venereologie*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg.

¹³ Cordain, L., Lindeberg, S. Hurtado, H. Hill, K. Boyd Eaton, S. & Brand-Miller, J. (2002). Acne Vulgaris, A Disease of Western Civilization. *Arch Dermatol*, 138, 1584-1590

¹⁴ Talgklier in de huid. Gevonden op 15 maart 2009, op http://www.worksafesask.ca/files/ont_wsib/certmanual/skin.jpg

overmaat van sebum aanwezig is in de talgklier, kan het sebum niet meer geleidelijk afgevoerd worden zoals in het ideale geval. De talgklier zal verstopt raken, hierdoor neemt de kans op ontsteking toe. (figuur 2.1).^{12,15,16}

Bij patiënten met acne vulgaris is meestal geen verhoogde androgeenspiegel geconstateerd. Daarom wordt de relatie tussen androgene hormonen en acne vulgaris gewijd aan de gevoeligheid van de talgklier en niet aan een verhoogde androgeenproductie. Hoe hoger de gevoeligheid van talgklier voor het hormoon, hoe groter de kans op acne vulgaris.^{12,17}

Thiboutot, Gilliland, Light en Lookingbill (1999) geven in een studie aan dat bij vrouwen het androgeenniveau in het lichaam wel een verband heeft met acne vulgaris. Wanneer er een hoger niveau van androgenen aanwezig is in het bloed, is er ook sprake van een hoger aantal symptomen van acne vulgaris. De studie van Cappel, Mauger en Thiboutot (2005) bevestigt dit.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de overgevoeligheid van de talgklierreceptoren op DHT de oorzaak kan zijn van overmatige sebumproductie, maar dat bij vrouwen ook een verhoogd androgeenniveau acne vulgaris kan veroorzaken.

1.3

Hyperkeratose en obstructie van de talgklieruitvoergang

Wanneer de hoorncellen van de follikelwand aan elkaar verkleeft raken kan er een 'prop' ontstaan die de talgklierfollikel afsluit. Wanneer dit gebeurt, is er sprake van hyperkeratose. Het sebum kan de afgestoten cellen niet meer afvoeren. Er zal een ophoping van sebum en cellen ontstaan die voor obstructie van de talgklieruitvoergang zorgt. De talgklier zal opzwellen en veroorzaakt uiteindelijk een ontsteking van de talgklier. (figuur 2.2)

Hyperkeratose kan veroorzaakt worden door androgene hormonen¹⁸ en ook irriterende oppervlaktelipiden kunnen hyperkeratose induceren.^{17,12}

1.4

Bacteriële kolonisatie van de talgklier

Het enzym lipase, geproduceerd door de bacteriën en gisten afkomstig van de commensale flora¹⁸, zorgt voor de enzymatische omzetting van de in sebum aanwezige triglyceriden in vrije vetzuren. Deze vrije vetzuren kunnen door de wand van de talgklier heendringen en zo een ontsteking veroorzaken. (figuur 2.3 en 2.4) Ook kunnen de follikels en de talgklieren ontstoken raken door bepaalde stofwisselingsproducten gevormd door de bacteriën *propionibacterium acnes* en *pityrosporum ovale*.^{13,15} De groei van de anaerobe bacterie *propionibacterium acnes* wordt beïnvloed door factoren in het micromilieau, zoals pH, IgA, pO₂ en de

¹⁵ Bijlage Blokboek Huidtherapie, blok C1, Talg secretie + talg, 2005-2006

¹⁶ Smith, R.N., Braue, A., Varigos, G.A. & Mann, N.J., (2008). The effect of a low glycemic load diet on acne vulgaris and the fatty acid composition of skin surface triglycerides. *Dermatal Sci.*, 50, 41-52

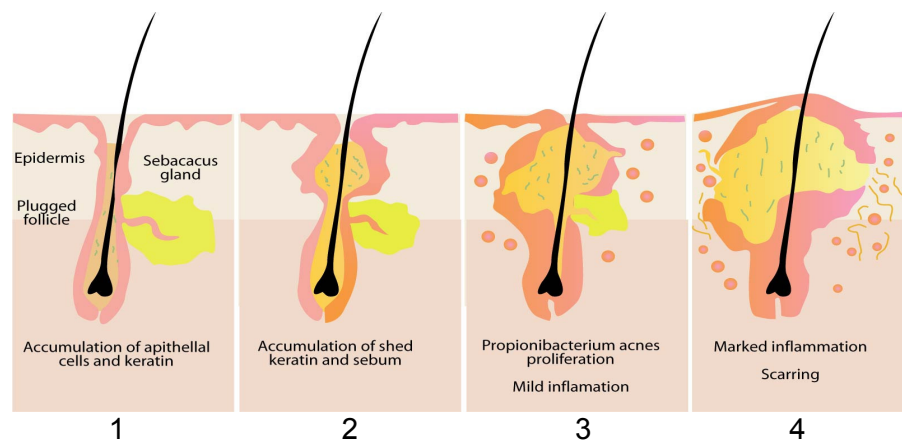
¹² Van Vloten, W.A., Degreef, H. J., Stolz, E., Vermeer, B.J., & Willemze, R. (2003). *Dermatologie en Venereologie*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg.

¹⁷ College Acne Vulgaris en de varianten van acne, Emmy van Elven, 7 februari 2006.

¹⁸ Sillevius Smitt, J.H., Everdingen, van, J.J.E., Strink, T.M., Haan, de, M., (2004). *Dermatovenereologie voor de eerste lijn*. Houten, Bohn Stafleu Van Loghum.

¹³ Cordain, L., Lindeberg, S. Hurtado, H. Hill, K. Boyd Eaton, S. & Brand-Miller, J. (2002). Acne Vulgaris, A Disease of Western Civilization. *Arch Dermatol*, 138, 1584-1590

hoeveelheid voedingsbestanddelen in de follikeluitvoergang. De *Pityrosporum ovale* heeft een regulerende werking op de *Propionibacterium acnes*.¹²



FIGUUR 2. Ontwikkeling van acne.¹⁹

1.5 Samenvatting

De toegenomen sebumproductie is een grote oorzaak voor het ontstaan van acne. Een verhoging van het androgeenniveau en de overgevoeligheid van talgklieren hebben hier invloed op.

¹² Van Vloten, W.A. , Degreef, H. J. , Stolz, E. , Vermeer, B.J. , & Willemze, R. (2003). *Dermatologie en Venereologie*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg.

¹⁹ Ontwikkeling acne. Gevonden op 13 maart 2009, op http://www.indianwomenshealth.com/UltimateEditorInclude/UserFiles/Acne/Acne_2.jpg

2. Glykemische lading

Deelvraag: Wat houdt glykemische lading in?

2.1

Inleiding

Glykemische lading, in de Engelse literatuur ook wel afgekort als GL (glycaemic load) is een maat voor de glykemische respons die een voedingsmiddel in het lichaam teweeg brengt. Hierbij wordt rekening gehouden met de hoeveelheid koolhydraten die per portie geconsumeerd wordt.

In dit hoofdstuk zal het begrip glykemische lading uitgediept worden. Aangezien koolhydraten erg belangrijk zijn voor het begrip GL zal hier eerst op ingegaan worden; wat hebben ze voor functie in het lichaam en wat is het effect van koolhydraten op de bloedglucosespiegel? Vervolgens zal het begrip glykemische index aan bod komen. Tot slot zal dieper ingegaan worden op het begrip glykemische lading.

2.2

Koolhydraten

Er bestaan glykemische (verteerbare) en niet-glykemische (niet-verteerbare) koolhydraten. Voor het begrip glykemische lading zijn de glykemische koolhydraten van belang. Deze koolhydraten vormen de belangrijkste energiebron in voeding en zijn een belangrijk onderdeel van de dagelijkse voedselconsumptie.²⁰ Ze worden ook wel suikers of sachariden genoemd. Het lichaam kan geen glucose (energie) maken van niet-glykemische koolhydraten; deze worden beschouwd als voedingsvezels en worden in het intestinum crassum (dikke darm) afgebroken. Energie uit koolhydraten wordt verkregen tijdens het koolhydraatmetabolisme (glucosestofwisseling). Tijdens het koolhydraat-metabolisme (de glucosestofwisseling) komt energie vrij. Dit metabolisme is vooral voor de hersenen en erythrocyten belangrijk, deze kunnen niet functioneren zonder glucose.^{20,21,22}

2.2.1

Het koolhydraat-metabolisme

Het koolhydraat-metabolisme zorgt ervoor dat de bloedglucosespiegel op peil blijft. Het lichaam regelt hiermee de vorming en opslag van glucose. De bloedglucosespiegel is een maat voor de hoeveelheid glucose die opgelost is in het bloed. Deze wordt uitgedrukt in millimol per liter (mmol/l). Een normale waarde ligt tussen de 4 en de 6,4 mmol/l.²³

Glucose levert vooral de energie die nodig is voor de celfuncties, waaronder de spiercel functie. Organen die een rol spelen bij het koolhydraat-metabolisme zijn de pancreas, de glandula suprarenalis (bijnier), de hypothalamus en de hypofyse. Door

²⁰ Wachters-Hagedoorn, R.E., Priebe, M.G. & Vonk, R.J. (2004). Voeding en gezondheid-koolhydraten, het gezondheidsrisico van de postprandiale glykemische respons en mogelijkheden voor beïnvloeding. *Nederlands tijdschrift Geneeskunde*, 148, 1626-1630.

²¹ Consumed (2009). Suikerstofwisseling (koolhydraat-metabolisme) Gevonden op 20 maart op <http://www.consumed.nl/ziekten/6215/Suikerstofwisseling>

²² Koolhydraten. (2009). Gevonden op 20 maart 2009, op <http://www.voedingscentrum.nl/EtenEnGezondheid/Voedingstoffen/koolhydraten>

²³ Govindji, A. (2006). The role of carbohydrates in a healthy diet. *Nursing Standard*, 21, 56 – 64.

middel van afgifte van de hormonen insuline en glucagon kan de glucosestofwisseling verhoogd of verlaagd worden. De hepar (lever) heeft ook invloed op het koolhydraat-metabolisme. Deze zet met behulp van insuline glucose uit het bloed om in glycogeen waardoor de bloedglucosespiegel wordt verlaagd. Ook kan de hepar de bloedglucosespiegel verhogen door het opgeslagen glycogeen weer om te zetten in glucose, dit proces wordt bewerkstelligd door glucagon.²⁴

Voeding met koolhydraten veroorzaakt dus een stijging in de bloedglucosespiegel. In reactie hierop produceert de pancreas een bepaalde hoeveelheid insuline. Door het vrijkomen van insuline kunnen de spieren, hepar en vetcellen glucose omzetten wat voor een verlaging van de bloedglucosespiegel zorgt. Bij het vrijkomen van veel insuline zal de bloedglucosespiegel zeer snel dalen, wat er voor zorgt dat het lichaam 'schreeuwt' om meer glucose.²⁵

2.2.2

Soorten koolhydraten

Koolhydraten bestaan uit glucosemoleculen die met elkaar verbonden zijn in ketens. Deze ketens hebben de structuurformule: $(CH_2O)_n$. Koolhydraten kunnen opgebouwd zijn uit één of meerdere moleculen. Hierdoor zijn koolhydraten op te delen in verschillende soorten, namelijk de monosachariden, disachariden, oligosachariden en de polysachariden. Monosachariden bestaan uit één molecuul, disachariden uit twee, oligosachariden uit drie tot negen en polysachariden uit tien en meer met elkaar verbonden moleculen.²⁰

2.2.3

Verwerking van koolhydraten

Koolhydraten worden door enzymen afgebroken zodat het in de vorm van glucose in het bloed terecht komt en vervolgens in het lichaam kan worden opgeslagen. De snelheid van dit proces wordt bepaald door verschillende factoren.

2.2.3.1

Type koolhydraten

Mono- en disachariden zijn 'eenvoudige' koolhydraten en oligo- en polysachariden worden 'complexe' koolhydraten genoemd. Het intestinum tenue (dunne darm) neemt eenvoudige koolhydraten sneller op dan de complexe koolhydraten. Polysachariden moeten eerst door het verteringsenzym amylase worden afgebroken tot eenvoudige koolhydraten. Tot de polysachariden behoren glycogeen en amyllum (zetmeel).²⁰ Een niet-vertakte vorm van amyllum is amylose, en bestaat dus uit veel met elkaar verbonden glucosemoleculen. Een product rijk aan amylose wordt langzamer afgebroken dan een product met een hoog gehalte amylopectine (vertakte vorm van amyllum).²⁶ Hieruit blijkt dat de snelheid waarmee bijvoorbeeld brood wordt afgebroken in het lichaam sterk kan variëren afhankelijk van de gebruikte graansoort.

²⁴ Vrijenhoek, J. H., (2005). Pathologie en geneeskunde voor fysiotherapie, bewegingstherapie en ergotherapie. Maarssen, Elsevier gezondheidszorg.

²⁵ Matsen, J. (2004). Understanding glycemic load. The low-carb continuüm, 5, 25 – 28.

²⁰ Koolhydraten. (2009). Gevonden op 20 maart 2009, op <http://www.voedingscentrum.nl/EtenEnGezondheid/Voedingstoffen/koolhydraten>

²⁶ Suikerstichting Nederland (2008). *Position paper. Glykemische Index (GI)*. Gevonden op 23 februari 2009, op <http://www.suikerinfo.nl/nl/professionals/positionpapers.php>

2.2.3.2

Monosachariden

Sommige monosachariden moeten na consumptie eerst in de hepar geconverteerd worden naar glucose, dit geldt voor fructose, galactose en lactose. Dit heeft als gevolg dat deze monosachariden een langzamere stijging van de bloedglucosespiegel teweeg brengen dan de monosacharide glucose.

2.2.3.3

Remming van enzymen

In 'Koolhydraten, wat doet het lichaam ermee' (voedingscentrum n.d.) wordt vermeld dat er soms stoffen in voeding zitten die zorgen dat de verteringsenzymen minder snel het geconsumeerde voedsel kunnen afbreken. In het artikel van Wachters-Hagedoorn, Priebe en Vonk (2004) wordt vermeld dat de remming van de enzymen amylase en α -glucosidasen door de stof acarbose (α -glucosidaseremmer) kan leiden tot een vertraging van de vertering.²¹ Dit betekent dat door remming van enzymen de koolhydraten langzamer worden afgebroken.

2.2.3.4

Resistant starch

Het meeste amyllum wordt verteerd en opgenomen in het intestinum tenue. De fysische eigenschappen van sommige amyllumvormen zijn echter zodanig dat het intestinum tenue deze niet kan afbreken. Deze onverteerde amyllummoleculen worden dan in de intestinum crassum door de darmflora afgebroken waar het functioneert als voedingsvezel. Een type amyllum die niet in het intestinum tenue wordt afgebroken wordt 'resistant starch' genoemd.^{23,26} In Govindji (2006) staat geschreven dat voeding met een natuurlijke of toegevoegde resistant starch meestal een tragere stijging van de bloedglucosespiegel heeft dan andere voedingsmiddelen.

2.3

Glykemische index

Nu duidelijk is wat de invloed van koolhydraten op de bloedglucosespiegel is kan het begrip glykemische index (GI) uitgediept worden. De GI werd voor het eerst geïntroduceerd in 1981 door Jenkins, Wolever, Taylor, Barker, Fielden, Baldwin et al. Tijdens het onderzoek consumeerden groepen van vijf tot tien vrijwilligers 's ochtends op hun nuchtere maag in willekeurige volgorde 62 soorten voeding. Er werd gekeken hoeveel koolhydraten bepaalde voedingsmiddelen bevatten. De reactie op deze koolhydraten werd vergeleken met de reactie op 50gram glucose. Hieruit bleek dat er grote verschillen tussen verschillende koolhydraatrijke voedingsmiddelen bestaan. Om het verschil van de reacties van de verschillende voedingsstoffen te beschrijven wordt gebruik gemaakt van de GI.

Definitie:

De glykemische index is een maat voor de mogelijkheid tot het stijgen van de bloedglucosespiegel door glykemische koolhydraten in voeding.

²¹ Wachters-Hagedoorn, R.E., Priebe, M.G. & Vonk, R.J. (2004). Voeding en gezondheid-koolhydraten, het gezondheidsrisico van de postprandiale glykemische respons en mogelijkheden voor beïnvloeding. *Nederlands tijdschrift Geneeskunde*, 148, 1626-1630.

²³ Govindji, A. (2006). The role of carbohydrates in a healthy diet. *Nursing Standard*, 21, 56 – 64.

²⁶ Suikerstichting Nederland (2008). *Glykemische Index (GI)*. Gevonden op 23 februari 2009, op <http://www.suikerinfo.nl>

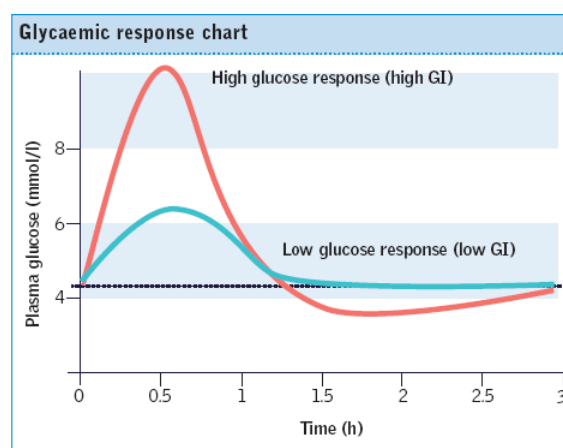
De GI zegt iets over de glykemische respons na consumptie van 50 gram glykemische koolhydraten van de voedingsstof. Dit wordt vergeleken met 50 gram glucose. Wanneer er wordt gesproken van een hoge GI (> 70) zullen de koolhydraten in staat zijn om een snelle stijging van de bloedglucosespiegel te veroorzaken. Bij een lage GI (> 55) zullen de koolhydraten uit het voedingsmiddel een trage stijging van de bloedglucosespiegel veroorzaken.²⁷

Lage GI	< 55
Medium GI	56 – 69
Hoge GI	> 70

FIGUUR 3. GI-waarden²⁸

De GI wordt gedefinieerd als de ruimte onder de glykemische response curve (AUC). Dit is gemeten door een portie voeding die 50 gram glykemische koolhydraten bevat uitgedrukt als een percentage van de AUC vergeleken met 50 gram glucose bij hetzelfde subject.^{29,30,27,23}

Voedingsmiddelen met een lage GI leiden binnen 2 uur na consumptie tot een relatief lage bloedglucoserespons. Producten met een hoge GI geven een relatief hoge respons, een snelle stijging gevolgd door een snelle daling. Zoals te zien is in de grafiek hiernaast.



FIGUUR 4. Glykemische respons²³

De GI kan dus alleen gemeten worden bij voedingsmiddelen die koolhydraten bevatten. Voedingsmiddelen met een hoog vet- of eiwitgehalte, zoals vlees, eieren, noten en kaas bevatten weinig glykemische koolhydraten. Hierdoor is het moeilijk om een geldige meting van de GI te verkrijgen. Ook voor de meeste groenten en fruitsoorten geldt dat ze erg weinig koolhydraten bevatten waardoor het moeilijk is een goede GI-waarde toe te kennen.²³

2.4

Glykemische lading

De GI gaat uit van de glykemische respons die 50 gram glykemische koolhydraten teweeg brengt. Wanneer er van dit systeem gesproken wordt, kunnen er misverstanden ontstaan omdat het niet gebaseerd is op de hoeveelheid glykemische koolhydraten van de portie. Daarom wordt de glykemische lading (GL) in wetenschappelijk onderzoek gehanteerd in plaats van de GI. De GL geeft een meer reëel beeld van de mate van de glykemische respons die een voedingsmiddel teweeg brengt.

²⁷ Home of the glycemic index. (n.d.) Gevonden op 16 maart 2009, op <http://www.glycemicindex.nl>

²⁸ Jenkins, D., Wolever, T., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., et al., (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362-366.

²⁹ Van dale (2009) zoekwoord: index. Gevonden op 19 maart 2009, op <http://vandle.nl>

³⁰ Jochems, A.A.F., Joosten, F.W.M.G., (2006). Zakwoordenboek der geneeskunde. Doetinchem, Elsevier gezondheidszorg.

²³ Govindji, A. (2006). The role of carbohydrates in a healthy diet. *Nursing Standard*, 21, 56 – 64

Om de GL te berekenen wordt deze methode gebruikt.
 $GL = (GI : 100) \times \text{glykemische koolhydraten per portie (in gram)}$

Voedingsmiddelen met een hoge GL geven een korte, snelle 'uitbarsting' van energie. Voeding met lage GL worden langzamer afgebroken in het spijsverteringskanaal en dit resulteert in een meer evenwichtige en dus constante bloedglucosespiegel. Dit zijn vaak de 'bruine' of onbewerkte versies van voedingsmiddelen die intacte, onbewerkte granen bevatten. Ook voedingsmiddelen zoals appels, bruine bonen, voedingsmiddelen met vezels of resistent starch (onverteerd amyllum, functioneert als voedingsvezel) bevatten koolhydraten die een geleidelijke stijging en daling van de bloedglucosespiegel veroorzaken en dus een lage GL hebben.²³

De stijging van de bloedglucosespiegel hangt niet alleen af van de hoeveelheid en het type koolhydraten, maar ook van andere eigenschappen zoals de bewerking en bereiding van het voedingsmiddel. De GL van een voedingsstof kan dus ook worden verlaagd door bijvoorbeeld minder koolhydraten te consumeren of door producten te kiezen met een lagere GI.

Een GL van 10 is laag, bij 20 of meer wordt er gesproken van een hoge GL.²⁶ In hoofdstuk 3 zullen er voorbeelden van voedingsstoffen met een hoge en lage GL besproken worden.

Lage GL	10
Hoge GL	> 20

FIGUUR 5. GL-waarden²⁶

2.5 Samenvatting

Glykemische koolhydraten zijn belangrijk voor de energievoorziening van het lichaam. Door consumptie van deze koolhydraten ontstaat een glykemische respons, een stijging van de bloedglucosespiegel. De mate waarin koolhydraten dit doen wordt duidelijk door het begrip GI. De GI wordt beïnvloed door de volgende factoren: het type koolhydraat, het verschil in monosachariden, de remming op verteringsenzymen en de aanwezigheid van resistent starch. De GI werd voor het eerst geïntroduceerd door Jenkins et al. (1981). Aangezien de GI geen rekening houdt met de hoeveelheid glykemische koolhydraten per portie is de GL ontwikkeld. Als maat voor de glykemische respons die geconsumeerde voeding teweeg brengt, wordt de GL gehanteerd. Voedingsmiddelen met een lage GL leiden binnen twee uur na consumptie tot een relatieve lage bloedglucoserespons. Voedingsmiddelen met een hoge GL geven een relatief hoge respons; een snelle stijging gevolgd door vrijkomen van insuline in het bloed die zorgt voor een snelle daling. Deze respons hangt niet alleen af van de hoeveelheid glykemische koolhydraten, maar ook van het type koolhydraat en de eigenschappen van het voedingsmiddel.

²³ Govindji, A. (2006). The role of carbohydrates in a healthy diet. *Nursing Standard*, 21, 56 – 64

²⁶ Suikerstichting Nederland (2008). *Position paper. Glykemische Index (GI)*. Gevonden op 23 februari 2009, op <http://www.suikerinfo.nl/nl/professionals/positionpapers.php>

3. Voedingsstoffen en hun glykemische lading.

Deelvraag: Welke voedingsstoffen hebben een hoge/lage GL?

3.1

Inleiding

Het is nu nog niet duidelijk welke voedingsstoffen een hoge/lage GL hebben. Daarom is er gekozen om twee voorbeelden van voedingsmiddelen te beschrijven om duidelijk te maken welke een hoge/lage GL hebben. Voedingsmiddelen die weinig of geen koolhydraten bevatten zoals, vlees, vis, eieren, avocado, wijn, bier komen niet aan bod.²⁷

3.2

Voedingsstoffen met een hoge/lage GL

Zoals in hoofdstuk 2 besproken is, geeft de GL een reëler beeld van de mate van de glykemische respons die voedingsstoffen met glykemische koolhydraten te weeg brengen dan de GI. Dit heeft te maken met de hoeveelheid glykemische koolhydraten die aanwezig zijn in een portie. Dit wordt met twee voorbeelden duidelijk gemaakt.

3.2.1

Voorbeeld 1

Een wortel heeft een GI-waarde van 92 (hoog) maar bevat per wortel maar ongeveer 5 gram glykemische koolhydraten. Er zijn dus 10 wortels nodig om 50 gram glykemische koolhydraten binnen te krijgen. Wanneer er dus maar één wortel gegeten wordt, bevat deze een GL van ongeveer 5 (laag).^{25,31}

$GI : 100 \times \text{Glykemische koolhydraten per portie (in gram)} = GL$

$92 : 100 \times 5 = GL = 4,6$

Dit geeft aan dat het mogelijk is dat voedingsstoffen een hoge GI-waarde kunnen hebben, maar toch een lage GL.

3.2.2

Voorbeeld 2

Bij dit voorbeeld is gebruik gemaakt van franse frietjes. De GI is ongeveer 75. Bij 150 gram franse frietjes zijn er 66,8 gram glykemische koolhydraten aanwezig. Bij deze portie hoort een GL van 50,1.²⁷

$GI : 100 \times \text{Glykemische koolhydraten per portie (in gram)} = GL$

$75 : 100 \times 66,8 = GL = 50,1$

Volgens Foster-Powell, Holt, & Brand-Miller (2002) hebben franse frietjes per 150 gram een GL van 22. Dit zou betekenen dat de GL van Franse frietjes minder hoog is

²⁷ Home of the glycemic index. (n.d.) Gevonden op 26 maart 2009, op <http://www.glycemicindex.nl>

²⁵ Matsen, J. (2004). Understanding glycemic load. The low-carb continuüm, 5, 25 – 28

dan de uitkomst van de berekening volgens 'Home of The Glycemic Index' (2009, zoals geciteerd in Wolever, Katzman-Relle, Jenkins et al., 1994).

Dat de GL van frietjes hoog is kan mede liggen aan het feit dat frietjes bewerkte voedingsmiddelen zijn. Zoals Govindji (2006) vermeldde hebben bewerkte voedingsmiddelen een hogere GL-waarde.²⁶ In tabel 1 zijn een aantal voedingsstoffen te zien met hun GI en GL.

TABEL 1. Glykemische index van enkele voedingsmiddelen, met glucose als referentievoedingsmiddel *glykemische index (uitersten)**

Voedingsmiddel	GI-waarde	Portie (in gram)	Glykemische koolhydraten (in gram)	GL-waarde
• glucose	100	50	50	50
<i>brood</i>				
• witbrood	70 (69-71)	30	14	10
• volkorenbrood	71 (52-87)	30	20	14
<i>rijst</i>				
• witte rijst	62 (41-112)	150	38	24
• zilvervliesrijst	67 (50-87)	150	37	25
<i>peulvruchten</i>				
• kapucijners	39	150	19	7
• linzen	29	150	18	5
• kidneybonen	28 (13-46)	150	25	7
• kidneybonen (uit blik)	52	150	17	9
<i>aardappelen</i>				
• gekookte aardappelen	79 (56-101)	150	20	16
• aardappelpuree	79 (67-91)	150	20	16
• instantaardappelpuree	85 (74-97)	150	20	17
<i>pasta</i>				
• macaroni	47	180	48	23
• spaghetti	44 (32-58)	180	48	21

*Uiterste waarden zijn weergegeven indien de waarde van de glykemische index het gemiddelde van meer dan 2 studies betreft.²¹

3.3

Verschil in GI/GL-waarden

Zoals te lezen is, zijn er verschillen in GI en GL bij voedingsmiddelen die op het eerste gezicht hetzelfde lijken te zijn. Deze variatie in getallen zouden kunnen komen door natuurlijke en chemische eigenschappen van de voedingsmiddelen. De mogelijkheid bestaat dat twee gelijke voedingsmiddelen gemaakt zijn van verschillende ingrediënten of zijn verwerkt met een andere methode. Dit resulteert in een significant verschil in de koolhydraten die opgenomen worden en geeft dus ook een verschil in de GI. Een andere reden voor het verschil in GI- en GL-waarde is dat er over de gehele wereld verschillende testmethoden worden gebruikt. Hierbij kan gedacht worden aan het testen van verschillende types bloed (capillair of veneus), verschillende perioden waarin de waarden gemeten worden en verschillende porties;

²⁶ Suikerstichting Nederland (2008). *Position paper. Glykemische Index (GI)*. Gevonden op 23 februari 2009, op <http://www.suikerinfo.nl/nl/professionals/positionpapers.php>

²¹ Wachters-Hagedoorn, R.E., Priebe, M.G. & Vonk, R.J. (2004). Voeding en gezondheid-koolhydraten, het gezondheidsrisico van de postprandiale glykemische respons en mogelijkheden voor beïnvloeding. *Nederlands tijdschrift Geneeskunde*, 148, 1626-1630

er wordt eerder rekening gehouden met het totale aanbod van koolhydraten in plaats van de glykemische koolhydraten. Deze factoren zorgen dat tijdens het vergelijken van tabellen de GI- en GL-waarden van voedingsmiddelen kunnen verschillen met elkaar.

In een artikel van Foster-Powell et al., (2002) wordt gesuggereerd dat informatie verlenen over verschillende ingrediënten en de methoden om voeding te verwerken, voedingsmiddelenproducenten zouden kunnen ondersteunen om meer voeding te produceren met een lage GI.

3.4

Samenvatting

Het is mogelijk dat voedingsstoffen met een lage GI een hoge GL kunnen hebben. Daarom geeft het een reëler beeld wanneer men alleen spreekt van de GL van het geconsumeerde voedsel. Een verschil in GL-waarden van voedingsstoffen die hetzelfde lijken te zijn, is te wijten aan de eigenschappen van de voedingsstoffen. Het is mogelijk dat de ingrediënten verschillen of dat ze verwerkt zijn op een andere methode.

4. Acne en voeding

Hoofdvraag: Welke invloed hebben voedingsstoffen met een hoge glykemische lading op acne vulgaris?

4.1

Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken is besproken hoe acne vulgaris kan ontstaan en wat GL inhoudt. In dit hoofdstuk zal de relatie tussen voeding en het ontstaan of verergeren van acne vulgaris besproken worden.

4.2

Insuline

Wanneer voedsel wordt opgenomen in het lichaam geeft de pancreas grote hoeveelheden insuline af om de bloedglucosespiegel te reguleren.²⁵ Het hormoon insuline bewerkstelligt een daling van de bloedglucosespiegel. Door de insuline zal de aanwezige glucose verplaatst worden naar de spier- en levercellen, doordat insuline de celwand permeabel maakt voor glucose.³² Bij het consumeren van voedsel met een hoge glykemische lading, is de stijging van de bloedglucosespiegel hoger en komt er dus meer insuline vrij in het bloed.^{9,10}

4.3

Insuline en androgene hormonen

Er zijn verschillende studies^{10,13,33} die aangeven dat er een relatie bestaat tussen hyperinsulinisme en het ontstaan van acne. Volgens Kristianensen (1997, zoals beschreven in Smith et al., 2007) zijn er klinische en experimentele bewijzen die aanwijzingen geven dat insuline de productie van androgenen laat toenemen. Ook recent bewijsmateriaal heeft aangetoond dat de grote hoeveelheid insuline die opeens vrij komt na het consumeren van voeding met een hoge GL de androgeensynthese stimuleert.¹³ Ook in de studie van Smith, Mann, Braue, Mäkeläinen en Varigos (2007) speculeren de auteurs dat een frequente consumptie van voedingsstoffen met een hoge GI hyperinsulinemie kan veroorzaken. Ze geven aan dat grote hoeveelheden insuline betrokken zijn bij de pathofysiologie van acne doordat het samenhangt met verhoogde productie van androgene hormonen. Zoals in hoofdstuk 1 beschreven is, zorgen androgene hormonen voor een stijging van de sebumproductie en dus een verhoogde kans op acne.

Dit wordt ondersteund door een ander artikel van Smith, Braue, Varigos en Mann (2007). In dit artikel wordt vermeld dat de sebumproductie voornamelijk beïnvloed

²⁵ Matsen, J. (2004). Understanding glycemic load. The low-carb continuüm, 5, 25 – 28

³² Kirchmann, L.L., (2005). Anatomie en fysiologie van de mens. Maarssen, Elsevier gezondheidszorg.

⁹ Smith, R. & Mann, N. (2007). Acne in adolescence: A role for nutrition? *Nutrition & Dietetics*, 64, 147- 149

¹⁰ Smith, R.N., Mann, N.J., Braue, A., Makelainen, H. & Varigos, G.A. (2007). A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 86, 107 – 115.

¹³ Cordain, L., Lindeberg, S. Hurtado, H. Hill, K. Boyd Eaton, S. & Brand-Miller, J. (2002). Acne Vulgaris, A Disease of Western Civilization. *Arch Dermatol*, 138, 1584-1590

³³ Cappel, M., Mauger, D., Thiboutot, D. (2005). Correlation Between Serum Levels of Insuline-like Growth Factor 1, Dehydroepiandrosterone Sulfate, and Dihydrotestosterone and Acne Lesion Counts in Adult Women. *Arch Dermatol*, 141, 333-338

wordt door androgene hormonen. Een reductie van androgeenniveaus zou ook veranderingen kunnen geven in de sebumsamenstelling.¹⁶

In het artikel van Cordain, Lindeberg, Hurtado, Hill, Eaton en Brand-Miller (2002) wordt vermeld dat een dieet met hoge GL een factor is voor acute en chronische hyperinsulinemie. De hormonale trigger bij het dieet zorgt voor een hyperinsulinemie, deze lokt een endocriene reactie uit dat ervoor zorgt dat er een ongereguleerde weefselgroei is en een versterkte androgeensynthese. Ook wordt vermeld dat insuline de synthese van androgenen in de ovaria en testiculaire weefsels stimuleren. In het artikel wordt tevens gesuggereerd dat hyperinsulinemie een mogelijke factor zou kunnen zijn in de ontwikkeling van symptomen van acne, door hun invloed op folliculaire epithele keratinisatie en invloed op de androgeengestuurde sebumsecretie.

4.3.1

Polycysteus ovarium syndroom

De samenhang tussen insuline en acne is ook te zien bij het polycysteus ovarium syndroom (PCOS). Er is een hoge prevalentie van acne bij vrouwen met dit syndroom. PCOS is een aandoening waarbij cysten aanwezig zijn in de ovaria die zorgt voor een verhoogde secretie van hormonen waaronder insuline.^{34,35} In Smith et al., (2007) wordt ook vermeld dat de rol van insuline bij het stimuleren van acne wordt ondersteund door de hoge prevalentie van acne bij vrouwen met PCOS. In deze studie wordt gesuggereerd dat veranderingen bij acne nauw gerelateerd zijn aan veranderingen in de insulinesensitiviteit. Dit omdat er een positief effect was bij de lage GL groep op insulinesensitiviteit in vergelijking met de controle groep.¹⁰

4.4

Acne en voeding

Cordain (2005, zoals beschreven in Smith et al., 2007) vermeldt dat het effect van frequente inname van voedingsmiddelen met een hoge GL hyperinsulinemie is. Dit wordt in verband gebracht met acne omdat het geassocieerd wordt met het verhogen van androgene hormonen.

In Smith et al. (2007) is vanwege het bovenstaande onderzoek de hypothese opgesteld dat een dieet met een lage GL therapeutisch effect zou kunnen hebben op acne. Hier is vervolgens onderzoek naar gedaan.

In het onderzoek werden 43 patiënten met acne verdeeld over twee groepen. 23 patiënten zijn op een laag GL dieet gezet en de overige 20 patiënten omvatte de controlegroep. Deze patiënten werden gerekruteerd in het jaar 2003-2004. Dit onderzoek heeft aangetoond dat het lage GL dieet een positief effect heeft op de insulinegevoeligheid. Er was bij de dieetgroep een significante afname van acne symptomen in vergelijking met de controle groep.¹⁰ Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van de Cunliffe-Leeds Lesion count technique. Om te zorgen dat alle laesies in kaart gebracht werden, is gebruik gemaakt van een transparant kunststof

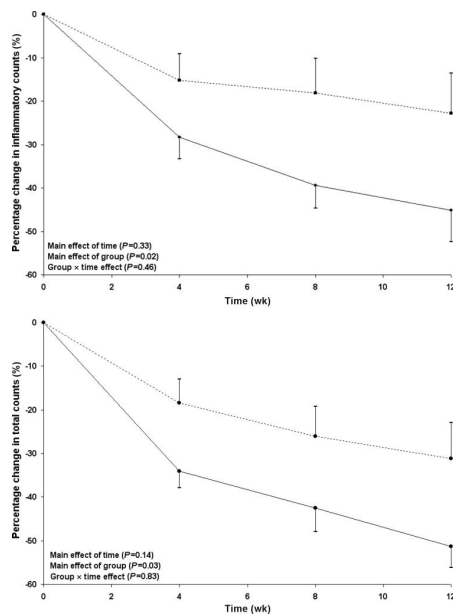
¹⁶ Smith, R.N., Braue, A., Varigos, G.A., Mann, N.J., (2007) The effect of a low glycemic load diet on acne vulgaris and the fatty acid composition of skin surface triglycerides. *Journal of Dermatological Science*, 50, 41-52

³⁴ Levison, D.A., Reid, R., Burt, A.D., Harrison, D.J., Fleming, S., (2008). *Muir's Textbook of pathology*. Ltd, Edward Arnold

³⁵ Hooff, van, M.H.A. (2005). Nederlandse vereniging voor obstetrie en gynaecologie (NVOG), patiëntenvoorlichting, PCOS: PolyCysteus Ovarium Syndroom. Utrecht.

¹⁰ Smith, R.N., Mann, N.J., Braue, A., Makelainen, H. & Varigos, G.A. (2007). A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 86, 107 – 115

folie met een laserraster die tegen de huid werd aan gedrukt. In het figuur hieronder is te zien dat bij de dieetgroep een grotere afname was dan bij de controle groep.



FIGUUR 6. Percentage veranderingen in aantal laesies telling.¹⁰

In een onderzoek van Smith et al., (2007) zijn 31 mannen 15-25 jaar met acne onderzocht over een periode van 12 weken. Hierbij is gekeken naar het effect van voeding met een lage GL op acne. Ook hierbij is gebruik gemaakt van de Cunliffe-Leeds Lesion count technique.

In de beginfase was geen significant verschil tussen de laesies bij de deelnemers. Deze zijn vervolgens in twee groepen verdeeld. Na 12 weken was de totale laesie telling gedaald met 59 procent in de lage GL groep. En 38 procent in de hoge GL groep. In het artikel wordt vermeld dat een dieet met een hoge GL de opslag van glycogeen in de spieren en lever kan doen stijgen in vergelijking met een laag GL dieet. Daarom is het mogelijk dat een dieet met een lage GL effect heeft op de opslag van glycogeen in talgklieren, wat een beperkende en sturende factor zou kunnen zijn in de lipogenese (het proces waarbij eenvoudige suikers zoals glucose omgezet worden in vetzuren).¹⁶

Opmerkelijk is een onderzoek van een generaal Schaefer (1971 zoals vermeld in Cordain et al., 2002). Generaal Schaefer heeft 30 jaar samengeleefd met een Inuit populatie, deze populatie leefde en at volgens de traditionele manier en had geen symptomen van acne. Maar met het aanpassen aan de westerse cultuur werd de prevalentie van acne nagenoeg gelijk aan die in de westerse wereld.

De uitkomst van een onderzoek door Lindeberg (1990) geeft ook een aanwijzing dat het insulineniveau en acne met elkaar in verband staan. In het onderzoek wordt aangegeven dat de bevolkingsgroep van Kitavan, klein eiland van Papua New Guinea, geen symptomen van acne bevatten; geen papels, pustels of open comedonen. Gesloten comedonen zouden aanwezig kunnen zijn maar zijn niet opgemerkt, het is dus niet te controleren of deze aanwezig waren. De uitkomst van het onderzoek wijten de schrijvers van het artikel Cordain et al., (2002) aan het

¹⁰ Smith, R.N., Mann, N.J., Braue, A., Makelainen, H. & Varigos, G.A. (2007). A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 56, 107 – 115

¹⁶ Smith, R.N., Braue, A., Varigos, G.A. & Mann, N.J., (2008). The effect of a low glycemic load diet on acne vulgaris and the fatty acid composition of skin surface triglycerides. *Dermatol Sci.*, 50, 41-52

verschil van leefgewoonten en –omgeving in vergelijking tot de Westerse wereld. Wat opvalt is dat deze populatie een laag insulineniveau in hun bloed hadden.¹³ In tabel 3 staan westerse en traditionele voedingsstoffen opgesteld in tabelvorm waarbij de GI en GL vermeld wordt.

TABEL 2. GI- en GL-waarden van westerse en traditionele voedingsstoffen¹³

Glycemic Loads of Western Refined and Unrefined Traditional Foods*					
Western Refined Foods			Unrefined Traditional Foods		
Food	Glycemic Index	Glycemic Load	Food	Glycemic Index	Glycemic Load
Crisped rice cereal (Rice Krispies)	86	77.3	Parsnips	97	19.5
Jelly beans	80	74.5	Baked potato	85	18.4
Toasted corn cereal (Cornflakes)	84	72.7	Boiled millet	71	16.8
Hard candy (Life Savers)	70	67.9	Boiled broad beans	79	15.5
Rice cakes	82	66.9	Boiled couscous	65	15.1
Table sugar (sucrose)	65	64.9	Boiled sweet potato	54	13.1
Shredded wheat cereal	69	57.0	Boiled brown rice	55	12.6
Graham crackers	74	56.8	Banana	53	12.1
Wheat and barley cereal (Grape-Nuts)	67	54.3	Boiled yam	51	11.5
Toasted oat cereal (Cheerios)	74	54.2	Boiled garbanzo beans	33	9.0
Rye crispbread	65	53.4	Pineapple	66	8.2
Vanilla wafers	77	49.7	Grapes	43	7.7
Corn chips	73	46.3	Kiwifruit	52	7.4
Candy bar (Mars)	68	42.2	Carrots	71	7.2
Stoned wheat thins	67	41.9	Boiled peas	48	6.8
Shortbread cookies	64	41.9	Boiled beets	64	6.3
Granola bar	61	39.3	Boiled kidney beans	27	6.2
Angel food cake	67	38.7	Apple	39	6.0
Bagel	72	38.4	Boiled lentils	29	5.8
Doughnuts	76	37.8	Pear	36	5.4
White bread	70	34.7	Watermelon	72	5.2
Waffles	76	34.2	Orange	43	5.1
Bran cereal (All-Bran)	42	32.5	Cherries	22	3.7
Whole wheat bread	69	31.8	Peach	28	3.1
Croissant	67	31.2	Peanuts	14	2.6

*Glycemic load = glycemic index × carbohydrate content in 100-g portions. The glycemic reference is glucose with a glycemic index of 100.

4.5 Samenvatting

Bij voedselconsumptie wordt insuline afgegeven om de bloedglucosespiegel te reguleren. Bij voeding met een hoge GL wordt een grote hoeveelheid insuline afgegeven (hyperinsulinemie). In meerdere onderzoeken is aangetoond dat er een verband bestaat tussen insuline en androgene hormonen. Er wordt gespeculeerd dat insuline de androgeensynthese stimuleert die de ontwikkeling van acnesymptomen beïnvloed. Ook zijn er een tweetal onderzoeken die een direct verband tussen voeding en acne aangeven. Tevens is het opvallend dat bij bevolkingsgroepen die niet volgens de westerse leefgewoontes leven vaak weinig tot geen acne aanwezig is. Ook heeft deze populatie een laag insuline niveau in het bloed. Deze bevindingen geven aan dat er wel een relatie is tussen acne en voeding met een hoge glykemische waarde.

¹³ Cordain, L., Lindeberg, S. Hurtado, H. Hill, K. Boyd Eaton, S. & Brand-Miller, J. (2002). Acne Vulgaris, A Disease of Western Civilization. *Arch Dermatol*, 138, 1584-1590

Discussie

Welke invloed voeding met een hoge GL uitoefent op acne is moeilijk te benoemen. Al lang wordt er gedacht dat er een relatie bestaat tussen voeding en acne. Zo hebben Fulton et al. (1969) een studie gedaan naar het verschil in acne na het eten van een chocoladereep en een placebo chocoladereep. Er werd geen significant verschil aangetoond, maar in latere onderzoeken bleek dat de ingrediënten van beide repen vrijwel identiek waren. Anderson heeft in 1971 het effect van dagelijkse consumptie van chocolade, melk en noten op acne getest waaruit bleek dat deze voedingsstoffen niet samenhangen met het ontstaan of verergering van acne. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een erg kleine steekproef en er was te weinig controle gedurende het onderzoek,¹⁰ daarom wordt er niet veel waarde gehecht aan de uitkomst van dit onderzoek.

In het onderzoek van Smith et al., (2007) is aangetoond dat er een significante afname van acne symptomen is in vergelijking met de controle groep. Er zijn echter een aantal kanttekeningen bij dit onderzoek.

De calculatie van de GI en de GL van de voedingsstoffen waar het dieet uit bestond, was niet geheel nauwkeurig. De deelnemers hebben voorafgaand aan het onderzoek individuele voedingsinstructies gekregen betreffende het dieet. Ze werden geacht hun eigen dieet dagboek bij te houden. De studie is dus gebaseerd op zelfrapportage, wat kan leiden tot een verkeerde rapportage en een bekende meetfout is bij de beoordeling van diëten. De betrouwbaarheid van een juiste en volledige registratie moet dus twijfel gebracht worden. Wanneer een voedingsstof die op de dieetlijst stond waar de GL niet van bekend was, werd er een vervangend voedingsmiddel gebruikt. Eerder dit verslag is besproken dat er bij verschillende voedingsmiddelen die hetzelfde lijken te zijn de GL sterk kan verschillen.

Verbeteringen in de insulinesensitiviteit kan niet alleen worden toegeschreven aan het lage GL dieet, maar er moet ook gedacht worden aan de reductie van de lichaamsmassa. De patiënten uit de lage GL groep hadden namelijk gewichtsafname wat veroorzaakt kan zijn door het effect van proteïne en voedingsmiddelen met een lage GL. Beiden hebben invloed op het hongergevoel en de verzadiging. Caprio et al. (1989, zoals vermeld in Smith et al., 2007) geeft ook een correlatie aan tussen lichaamsgewicht en acne. Zo is er een significante correlatie tussen acne laesies en BMI bij mannen van 18 tot 25 jaar. Bij mannen jonger 18 jaar gold dit niet. De reden wordt in dit onderzoek niet gegeven. Ook in een studie van Bourne en Jacobs (1956) waarin 2720 Britse soldaten van 20 tot 40 jaar met acne werden onderzocht, werd een significant verschil in gewicht gevonden tussen soldaten met en zonder acne. De groep met acne was gemiddeld 5,6 kg zwaarder.

Een ander punt bij het onderzoek van Smith et al. (2007) is dat het dieet niet alleen invloed heeft op de GL van de voedingstoffen, maar ook andere voedingsbronnen zijn veranderd. Zo kan misschien de inname van zink en vitamine A de relatie tussen acne en voeding onduidelijk maken. Ook werd vermeld dat er gebruik is gemaakt van een transparant kunststof folie met een laserraster om te zorgen dat alle laesies opgemerkt werden. Er wordt niet vermeld wat voor techniek dit precies is en hoe dit in zijn werking gaat, zodat dit proces niet te controleren is.¹⁰

Bij het onderzoek van Smith et al., (2007) is een significante afname van acne te zien bij de lage GL groep in vergelijking met de hoge GL groep. De controle van het lage GL dieet is bij dit onderzoek niet nauwkeurig genoeg. De lage GL groep is geïnformeerd over hoe zij een voedingsmiddel met een hoge GL kunnen vervangen

¹⁰ Smith, R.N., Mann, N.J., Braue, A., Makelainen, H. & Varigos, G.A. (2007). A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 86, 107 – 115.

voor een voedingsstof met een lage GL. Voeding moest hoger in proteïne zijn of een lage GI hebben. Zoals eerder vermeld, gaat de GI uit van de glykemische respons die 50 gram glykemische koolhydraten teweeg brengt. Wanneer er van dit systeem gesproken wordt, kunnen er misverstanden ontstaan omdat het niet gebaseerd is op de hoeveelheid glykemische koolhydraten van de portie. Tevens geven de auteurs zelf aan dat de precieze werking van het GL dieet op de sebumsamenstelling onbekend is. In dit onderzoek speelt het verhaal van gewichtsafname die te zien is bij de lage GL groep ook mee bij de verbetering van de insulinesensitiviteit.¹⁶

Het onderzoek naar de Inuit populatie van generaal Schaefer (1971, zoals vermeld in Cordain et al., 2002) is opmerkelijk, maar het is geen recent onderzoek. In het onderzoek van Cordain et al., (2002) wordt gesproken over de totale acne laesies. De gesloten comedonen werden niet gerapporteerd, maar zijn misschien wel aanwezig geweest. Ook waren er zeven verschillende rapporteurs die gegevens hebben verzameld. Wel hebben ze allemaal gebruik gemaakt van het 'International consensus conference on acne classification system', maar toch kunnen de rapporteurs een verschillende kijk op acne laesies hebben gehad. Ook is het zo dat de studie niet alleen was gericht op acne, maar het bevatte ook andere medische gegevens als de algemene medische gezondheid, huidinfecties en andere dermatologische aandoeningen. Omdat dit onderzoek zo groot is opgezet, is het mogelijk dat er acne laesies over het hoofd zijn gezien.

Er zijn veel studies over de glykemische index te vinden. Vaak worden er verschillende waarden toegekend aan dezelfde voedingsstoffen. Het verschil in waarde is toe te kennen aan het verschil in onderzoek. Dit betekent dat niet ieder laboratorium op gelijke manier de GI van een voedingsstof bepaald. Het is belangrijk dat er dezelfde testmethodes gehanteerd worden.

In het artikel van Wolever, Brand-Miller, Abernethy, Astrup, Atkinson, Axelsen et al., (2008) is een studie gedaan naar de meting van de GI bij verschillende laboratoria, een totaal van 28. Elk laboratorium kreeg twee voedingsmiddelen toegestuurd, waarvan de GI berekend moest worden. Deze voedingsmiddelen waren; 'Cheese Puffs van Pirate's Booty, Robert's American Gourmet en Fruit Leather, Original Sweet Strawberry flavor.' Het resultaat van deze studie toont aan dat een belangrijke oorzaak van variatie in gerapporteerde GI-waarden veroorzaakt wordt doordat de laboratoria niet op dezelfde manier de AUC (de ruimte onder de glykemische response curve) berekenen.³⁶

Wat opvallend is, is dat in meerdere onderzoeken gesproken wordt over de insuline like growth factor-1 (IGF-1) in verband met acne en androgene hormonen. De IGF-1 is op het hoogste niveau tijdens de puberteit.^{33,37} In het onderzoek van Cappel et al., (2005) wordt aangetoond dat bij patiënten met acne vulgaris het aantal acne laesies (ontstekingen en comedonen) in relatie staat met het IGF-1 niveau in het bloed. In deze studie wordt ook aangegeven dat er een significant verband bestaat tussen IGF-1 en androgene hormonen. Bij de geteste vrouwen met acne was een duidelijke relatie te zien tussen IGF-1 en het DHT niveau. Bij de mannen met acne was een relatie met IGF-1 en DHEAS (dehydroepiandrosteronsulfaat) en androsteendiol

¹⁶ Smith, R.N., Braue, A., Varigos, G.A. & Mann, N.J., (2008). The effect of a low glycemic load diet on acne vulgaris and the fatty acid composition of skin surface triglycerides. *Dermatol Sci.*, 50, 41-52

³⁶ Wolever, T.M., Brand-Miller, J.C., Abernethy, J., Astrup, A., Atkinson, F., Axelsen, M., et al., (2008). Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 247s – 257s.

³³ Cappel, M., Mauger, D., Thiboutot, D. (2005). Correlation Between Serum Levels of Insulin-like Growth Factor 1, Dehydroepiandrosterone Sulfate, and Dihydrotestosterone and Acne Lesion Counts in Adult Women. *Arch Dermatol*, 141, 333-338

³⁷ Smith, T.M., Cong, Z., Gilliland, K.L., Clawson, G.A. & Thiboutot, D.M., (2006). Insulin-like growth factor-1 induces lipid production in human SEB-1 sebocytes via sterol response element-binding protein-1. *Journal of Investigative Dermatology*, 126, 1226-1232

waarneembaar. Uit het onderzoek komt naar voren dat de relatie tussen IGF-1 en acne laesies vooral bij vrouwen erg duidelijk is. De auteurs schrijven dat het mogelijk is dat vrouwen gevoeliger zijn voor schommelingen in de IGF-1 spiegel, terwijl dit bij mannen misschien gemaskeerd wordt door grotere effecten van de hogere androgeenniveaus.

In Cordain et al., (2002) staat vermeld dat IGF-1 een potentieel 'bemiddelingsmiddel' is voor praktisch alle lichaamsweefsels. Zo zouden verhoogde IGF-1-waarden potentie hebben om de talgklier te stimuleren. Ook wordt vermeld dat IGF-1 noodzakelijk is om de toename van keratinocyten bij mensen te stimuleren. Vrouwen met acne blijken verhoogde sebumconcentraties van IGF-1 te hebben en zijn in een kleine mate insulineresistent. Tevens wordt vermeld dat IGF-1 de synthese van androgenen in de ovaria en testiculaire weefsels stimuleren.

Nog een opvallend punt is dat in het onderzoek van Smith et al., (2007) geschreven staat dat sebum linolzuur bevat. Dit is een essentieel vetzuur die het menselijk lichaam niet zelf kan produceren en daarom uit voedingsmiddelen gehaald moet worden. Dit is een opmerkelijk punt dat mogelijk nog een bewijs geeft van de invloed van voeding op acne.¹⁶ Dit wordt voor een deel onderbouwd door de scriptie van Eshof et al., (2006) over 'acne en melk'. Hierbij komt naar voren dat koemelk een uitlokker kan zijn van acne. Melkproducten blijken ook relatief rijk te zijn aan geconjugeerd linolzuur, dit wordt namelijk van nature alleen gevormd in de pens (eerste afdeling van de maag) van herkauwers.³⁸

Ook is het opmerkelijk dat de koolhydraatrijke voeding met de laagste GL het meest gegeten worden in arme westerse landen of door de bevolking van grote delen in Afrika en Azië. Dit zijn onder andere haverhoutpap, spaghetti, zoete aardappelen en gedroogde zaden. In deze landen is een lage prevalentie van acne.²⁸

In de praktijkonderzoeken komt niet duidelijk één conclusie naar voren, er zijn een aantal kanttekeningen. Het is om deze rede niet met zekerheid te zeggen dat voeding met een hoge GL een stimulerend effect heeft op het ontstaan van acne vulgaris. Echter zijn er gehele populaties waarbij weinig tot geen acne voorkomt. Zij consumeren voedingsmiddelen die in vergelijking tot de westerse voedselconsumptie een lage GL hebben. Het is tevens zo dat door voedingsmiddelen met een hoge GL meer insuline wordt aangemaakt die een positieve invloed op de androgeensynthese heeft. Er zijn een tweetal kleine studies gevonden die een praktijkonderzoek hebben gedaan naar invloed van een dieet met een lage GL op acne. Meer praktijkonderzoeken waren niet te vinden. Er is dus nog weinig wetenschappelijk bewijsmateriaal om de relatie tussen voeding en acne aan te tonen. Er zullen meer en groter opgezette onderzoeken gedaan moeten worden naar de invloed van een dieet met een lage GL op acne.

¹⁶ Smith, R.N., Braue, A., Varigos, G.A. & Mann, N.J., (2008). The effect of a low glycemic load diet on acne vulgaris and the fatty acid composition of skin surface triglycerides. *Dermatol Sci.*, 50, 41-52

³⁸ Geconjugeerd linolzuur (CLA). Gevonden op 25 april 2009, op www.zuivelengezondheid.nl

²⁸ Jenkins, D., Wolever, T., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., et al., (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362-366

Conclusie

Na het bestuderen van de onderzoeken, is antwoord te geven op de hoofdvraag:
‘Welke invloed hebben voedingsstoffen met een hoge glykemische lading op acne vulgaris?’

Door consumptie van voedingsstoffen met een hoge glykemische lading zal de bloedglucosespiegel snel stijgen wat zorgt voor een grote hoeveelheid insuline in het bloed. Onderzocht is dat insuline een stimulerende werking heeft op de androgeensynthese. Androgenen zorgen voor de productie van sebum wat een grote rol speelt bij het ontstaan van acne. Hieruit is te concluderen dat voeding met een hoge glykemische lading invloed heeft op acne.

Aanbevelingen

Er is nog weinig wetenschappelijk bewijsmateriaal om de relatie tussen voeding en acne aan te tonen. Er zullen meer en groter opgezette onderzoeken gedaan moeten worden naar de invloed van een dieet met een lage GL op acne. Ook zullen er richtlijnen moeten komen hoe de GL van een voedingsstof bepaald wordt.

Met de kennis uit dit literatuuronderzoek kan een aanbeveling gedaan worden aan de opleiding Huidtherapie: om de kennis over voeding in verband acne up to date te maken zou de informatie uit dit onderzoek opgenomen kunnen worden in de lesstof. Aanbevelingen aan huidtherapeuten en dermatologen zijn voornamelijk dat advies aan patiënten geïndividualiseerd moet worden.

Literatuurlijst

- *10 tips tegen puistjes.* (2008). Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.firanet.nl/beauty-tips/10-tips-tegen-puistjes/>
- *Acne: Zo kom je er vanaf.* (2008). gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.firanet.nl/beauty-tips/acne/>
- Arvidsson-Lenner, R., Asp, N.G., Axelsen, M., Bryngelsson, S., Haapa, E., Järvi, A., et al., (2004). Glycaemic Index, relevance for health, dietary recommendations and food labeling. *Scandinavian Journal of Nutrition*, 48, 84-94
- Ball, S.D., Keller, K.R., Moyer-Mileur, L.J., Ding, Y., Donaldson, D., Jackson, W.D., (2003). Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. *Pediatrics*, 111, 488-494
- Cappel, M., Mauger, D., Thiboutot, D. (2005). Correlation Between Serum Levels of Insulin-like Growth Factor 1, Dehydroepiandrosterone Sulfate, and Dihydrotestosterone and Acne Lesion Counts in Adult Women. *Arch Dermatol*, 141, 333-338
- Consumed (2009). Suikerstofwisseling (koolhydraat-metabolisme) Gevonden op 20 maart op <http://www.consumed.nl/ziekten/6215/Suikerstofwisseling>
- Cordain, L., Lindeberg, S. Hurtado, H. Hill, K. Boyd Eaton, S. & Brand-Miller, J. (2002). Acne Vulgaris, A Disease of Western Civilization. *Arch Dermatol*, 138, 1584-1590
- Deplewski, D. & Rosenfield, R.L., (2000). Role of hormones in Pilosebaceous Unit Development. *Endocrine Reviews*, 21, 363-392
- Eshof, van den, E., Vermeent, T., (2006). *Melk en Acne*. Gevonden op 15 januari 2009, op http://www.nmsmits.nl/scriptie/page_ACNE01.html
- Foster-Powell, K., Holt, S. H. & Brand-Miller, J. C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 5 – 56.
- Frost, G., Keogh, B., Smith, D., Akinsanva, K., Leeds, A., (1996). The effect of low-glycemic carbohydrate on insulin and glucose response in vivo and in vitro in patients with coronary heart disease. *Metabolism: clinical and experimental* 45, 669-672
- Geconjugeerd linolzuur (CLA). Gevonden op 25 april 2009, op www.zuivelengezondheid.nl
- Govindji, A. (2006). The role of carbohydrates in a healthy diet. *Nursing Standard*, 21, 56 – 64

- Hoedemaeker, J., Bosman F.T., Meijer, C.J.L.M., Valk, van der, P., (2003) Pathologie. Maarssen, Elsevier gezondheidszorg.
- Home of the glycemic index. (n.d.) Gevonden op 16 maart 2009, op <http://www.glycemicindex.nl>
- Hooff, van, M.H.A. (2005). Nederlandse vereniging voor obstetrie en gynaecologie (NVOG), patiëntenvoorlichting, PCOS: Polycysteus Ovarium Syndroom. Utrecht.
- *Huidtherapeut; wat ga je doen?* (1999) Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.gobnet.nl/beroep.php?id=49&p=1>
- *Huidtherapie.com*. (1999). Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.huidtherapie.com/index.htm>
- Jenkins, D., Wolever, T., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., et al., (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362-366.
- Kirchmann, L.L., (2005). Anatomie en fysiologie van de mens. Maarssen, Elsevier gezondheidszorg.
- Koolhydraten. (2009). Gevonden op 20 maart 2009, op <http://www.voedingscentrum.nl/EtenEnGezondheid/Voedingstoffen/koolhydraten>
- Levison, D.A., Reid, R., Burt, A.D., Harrison, D.J., Fleming, S., (2008). Muir's Textbook of pathology. Ltd, Edward Arnold
- Ludwig, D.S., (2000). Dietary glycemic index and obesity. *Journal of nutrition*, 130, 280S-283S
- Magin, P., Pond. D., Smith, W. & Watson, A. (2005). A systematic review of the evidence for 'myths and misconceptions' in acne management: diet, face-washing and sunlight. *Family Practice*, 22, 62-70.
- Matsen, J. (2004). Understanding glycemic load. The low-carb continuüm, 5, 25 – 28
- Monroe, J. A. & Shaw, M. (2008). Glycemic impact, glycemic glucose equivalents, glycemic index, and glycemic load: definitions, distinctions, and implications. *Am J Clin Nutr*, 87, 237S- 243S
- *Oma weet raad*. Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.omaweetraad.com/tipview.php?rubriek=gezondheid&label=Puistjes>
- Sillevius Smitt, J.H., Everdingen, van, J.J.E., Strink, T.M., Haan, de, M., (2004). Dermatovenereologie voor de eerste lijn. Houten, Bohn Stafleu Van Loghum.
- Smith, R.N., Braue, A., Varigos, G.A. & Mann, N.J., (2008). The effect of a low glycemic load diet on acne vulgaris and the fatty acid composition of skin surface triglycerides. *Dermatol Sci*, 50, 41-52

- Smith, R. & Mann, N. (2007). Acne in adolescence: A role for nutrition? *Nutrition & Dietetics*, 64, 147- 149.
- Smith, R.N., Mann, N.J., Braue, A., Makelainen, H. & Varigos, G.A. (2007). A low-glycemic-load diet improves symptoms in acne vulgaris patients: a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 86, 107 – 115.
- Smith, T.M., Cong, Z., Gilliland, K.L., Clawson, G.A. & Thiboutot, D.M., (2006). Insuline-like growth factor-1 induces lipid production in human SEB-1 sebocytes via sterol response element-binding protein-1. *Journal of Investigative Dermatology*, 126, 1226-1232.
- Suikerstichting Nederland (2008). *Glykemische Index (GI)*. Gevonden op 23 februari 2009, op <http://www.suikerinfo.nl>
- *Tandpasta goed tegen jeugdpuistjes?* (2008). Gevonden op 26 februari 2009, op <http://www.dokter.nl/index.php/Huid-haar/84550-Tandpasta-goed-tegen-jeugdpuisten.html>
- Thiboutot, D., Gilliland, K., Light, J. & Lookingbill, D. (1999). Androgen Metabolism in Sebaceous Glands From Subjects With and Without Acne. *Arch Dermatol*, 135, 1041 – 1045
- Van Vloten, W.A. , Degreef, H. J. , Stolz, E. , Vermeer, B.J. , & Willemze, R. (2003). *Dermatologie en Venereologie*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg.
- Vrijenhoek, J. H., (2005). Pathologie en geneeskunde voor fysiotherapie, bewegingstherapie en ergotherapie. Maarssen, Elsevier gezondheidszorg.
- Wachters-Hagedoorn, R.E., Priebe, M.G. & Vonk, R.J. (2004). Voeding en gezondheid-koolhydraten, het gezondheidsrisico van de postprandiale glykemische respons en mogelijkheden voor beïnvloeding. *Nederlands tijdschrift Geneeskunde*, 148, 1626-1630
- Wolever, T.M., Brand-Miller, J.C., Abernethy, J., Astrup, A., Atkinson, F., Axelsen, M., et al., (2008). Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 247s – 257s.