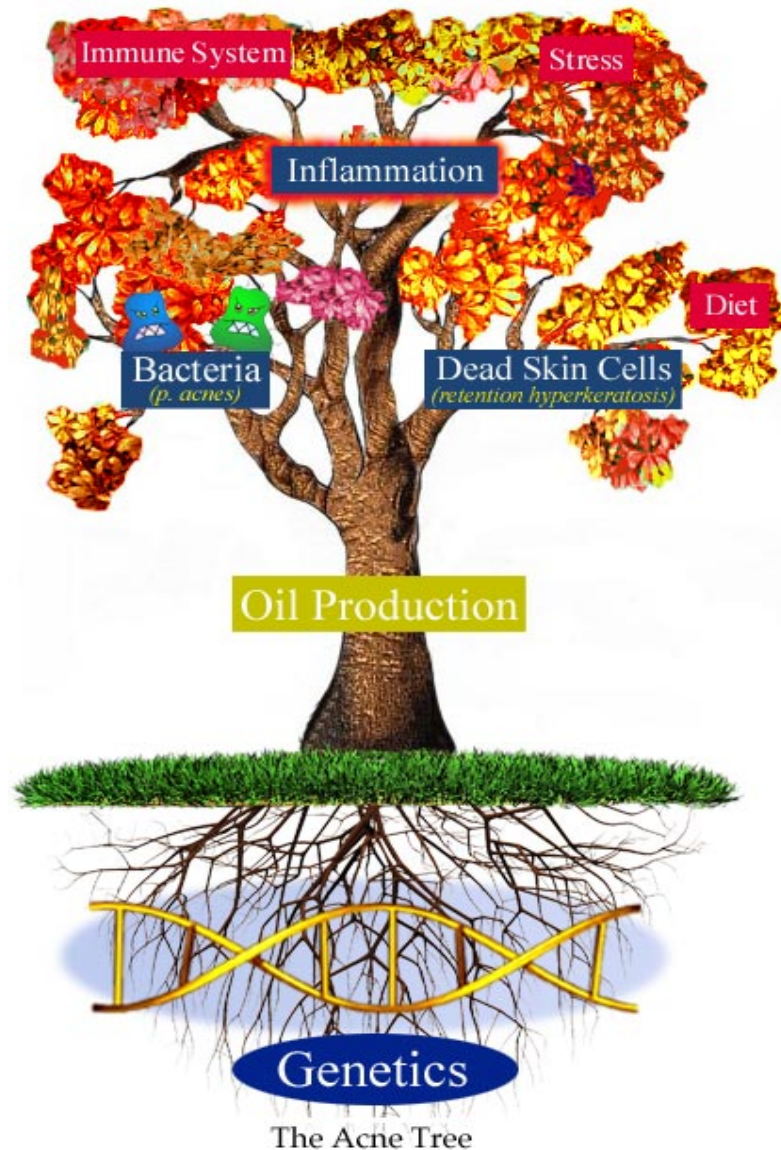


# Behandeling van acne vulgaris met het Plasmalite® apparaat

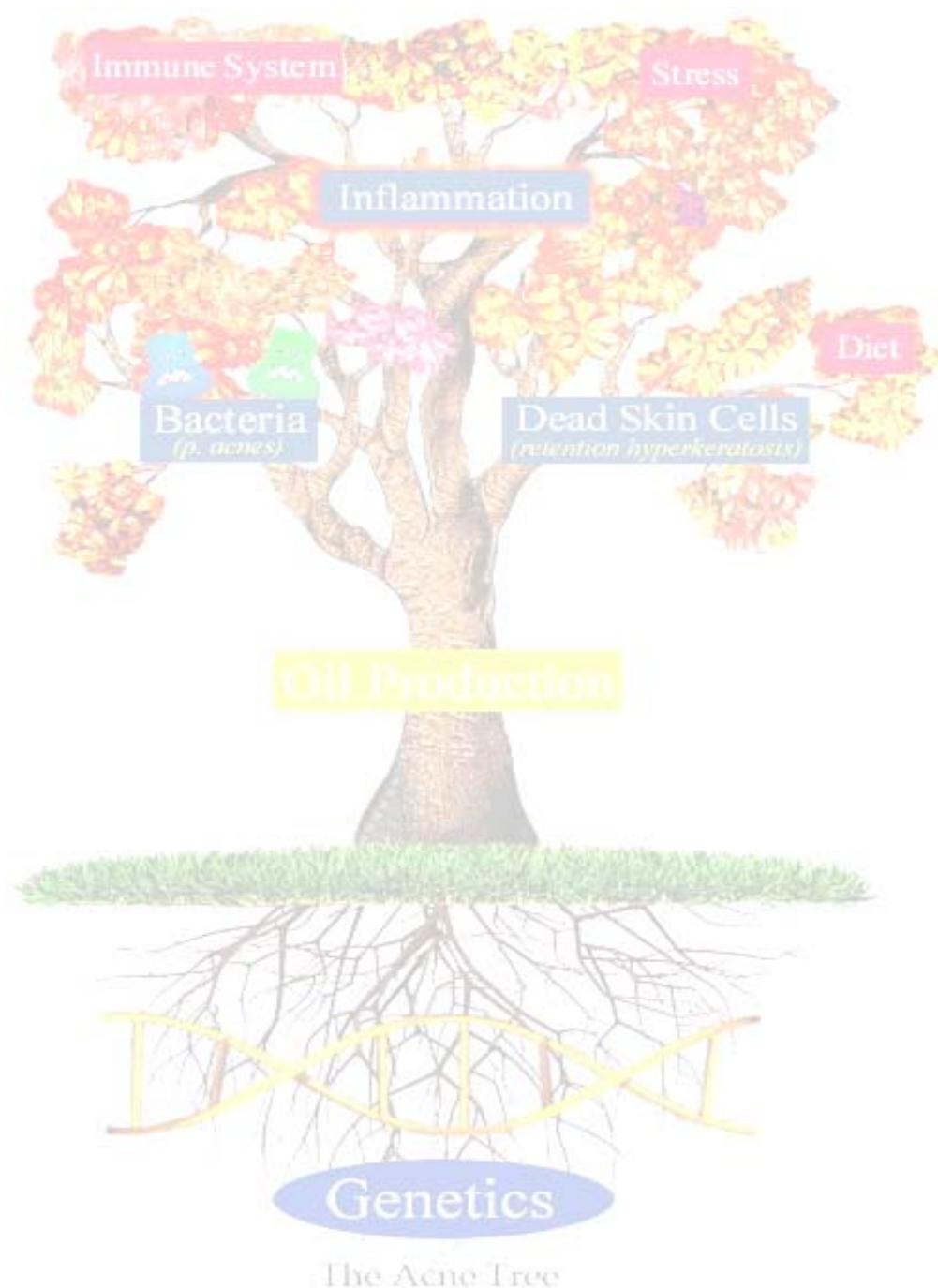
Afstudeerproject HBO-Huidtherapie Hogeschool van Utrecht



Student: Stephanie Meijer  
Studentnummer: 1120960

Student: Delphy de Koning  
Studentnummer: 1125949

Begeleider: Maarten van Baaren  
Referaat: 24 juni 2005



© 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 auteurs of van de Hogeschool van Utrecht.

## VOORWOORD

Als afstudeerwerkstuk voor de studie huidtherapie aan de Hogeschool Utrecht hebben wij, Stephanie Meijer en Delphy de Koning gekozen voor het onderwerp:

**“Behandeling van acne vulgaris met het Plasmalite® apparaat, fluorescerend rood pulslucht.”**

Vraagstelling daarbij is:

**“Kan met behulp van lichttherapie een bijdrage aan de behandeling van acne vulgaris geleverd worden?”**

Wij kwamen op onze vraagstelling toen wij in de Delftse praktijk voor huidtherapie van mevrouw Kersten-Gerrits waar wij onze eindstage liepen, een lichtflitsapparaat aantroffen dat uitsluitend voor ontharingsdoeleinden gebruikt werd. De uitgebreide handleiding maakte echter duidelijk dat dit veelzijdige apparaat ook voor andere doeleinden inzetbaar is in het bijzonder bij de behandeling van acné vulgaris.

Onze huidtherapeutische aandacht was hiermee gewekt en we besloten een bescheiden praktijkonderzoek te gaan doen naar de behandelmethode van acne vulgaris op basis van fluorescerend rood pulslucht.

Bekend zijn de positieve resultaten die geboekt zijn bij de behandeling van acne vulgaris waarbij gebruik werd gemaakt van blauw licht (1, 2) (optimum golflengte van 415 nm). Naast blauw licht is er onderzoek verricht naar de behandeling van acne vulgaris met rood licht (3) (optimum golflengte 660 nm) en de combinatie van blauw en rood licht (3, 4) (optimum golflengte 415 en 660 nm).

In dit werkstuk is een korte beschrijving opgenomen van de wetenschappelijke onderzoeken en de verschillen tussen de lichtsoorten.

**(1. Elman, M., Slatkine, M, Yoram, H. (2003) *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*, volume 5, pagina 111- 116)**

**(2. Ashkenazi, H, Malik, Z, Harth, Y, Nitzan, Y. (2003) *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, volume 35, issue 1, pagina 17-24)**

**(3. Papageorgiou, P, Katsambas, A, Chu, A. (2000) *British Journal of Dermatology*, issue 142, pagina 973-978)**

**(4. Krutmann, J, Höningsmann, H, Elmet, C.A, Bergstresser, P. R, Eds. (2001) *Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods*, Hoofdstuk 11)**

Aangezien in de huidtherapie praktijk van mevrouw Kersten-Gerrits nog geen ervaring was opgedaan met rood pulslucht behandelingen van acne, was het voor ons een uitdaging om een bescheiden onderzoek in te stellen. Voor de uitvoering van ons onderzoek hadden we de beschikking over een Plasmalite® apparaat.

Wij hopen met ons onderzoek een positieve bijdrage te hebben geleverd aan de effectieve behandeling van acne vulgaris .

Onze dank gaat uit naar:

Mevrouw Maja Kersten - Gerrits, huidtherapeute te Delft, onder wiens enthousiaste leiding wij in haar praktijk ons onderzoek mochten uitvoeren

De heer Maarten van Baaren, afstudeerbegeleider Hogeschool van Utrecht, voor zijn kritische opbouwende begeleiding tijdens onze afstudeerperiode

Onze zeer gemotiveerde en welwillende patiënten

De heer A. de Koning, mevrouw H. de Koning, mevrouw C. Meijer- van der Graaf, de heer R. Meijer, Criel Coppus en Maarten de Koning voor hun diepgaande interesse en ondersteuning

Zonder jullie was het niet gelukt!

Utrecht, 24 juni 2005

Stephanie Meijer

Delphy de Koning

## **INHOUDSOPGAVE**

### **Inleiding**

---

#### **Hoofdstuk 1 Pathofysiologie en achtergronden van acne vulgaris**

- 1.1 Inleiding
- 1.2 Klinisch beeld en pathogenese
- 1.3 Classificatie acne vulgaris
- 1.4 Achtergronden acne vulgaris
- 1.5 Mechanismen die een rol spelen bij het ontstaan van acne vulgaris

#### **Hoofdstuk 2 Wetenschappelijke artikelen en theorieën toegelicht**

- 2.1 De rol van Propionibacterium acnes en porfyrynen bij blauw licht behandelingen van acne vulgaris toegelicht
- 2.2 De rol van macrofagen stimulatie bij rood licht behandelingen
- 2.3 Combinatie rood en blauw licht in behandeling van acne vulgaris
- 2.4 Vergelijking tussen blauw en rood licht

#### **Hoofdstuk 3 Absorptie van licht in de huid**

- 3.1 Inleiding
- 3.2 Fluorescentie bij blauw licht
- 3.3 Selectieve absorptie van licht in de huid

#### **Hoofdstuk 4 Het Plasmalite® apparaat**

- 4.1 Inleiding
- 4.2 Werking van het Plasmalite® apparaat
- 4.3 Polymeerfilters
- 4.4 Specificaties van het Plasmalite® apparaat

#### **Hoofdstuk 5 Opzet van het praktijkonderzoek**

- 5.1 Inleiding
- 5.2 Omvang van het onderzoek
- 5.3 Selectie van patiënten
- 5.4 Instructie van patiënten
- 5.5 Anamnese en classificatie van acne
- 5.6 De rol van de dermatoloog
- 5.7 Bepaling en afbakening van het onderzoeksgebied
- 5.8 Frequentie van de behandeling en aantal behandelingen
- 5.9 Instelling van het Plasmalite® apparaat
- 5.10 Registratie en verwerking van de onderzoeksgegevens
- 5.11 Mogelijke bijwerkingen
- 5.12 Veiligheidsmaatregel voor de patiënt
- 5.13 Behandelvormen bij acne vulgaris

## **Hoofdstuk 6 Resultaten van het onderzoek**

---

- 6.1 Behandelresultaten patiënt 1
- 6.2 Behandelresultaten patiënt 2
- 6.3 Behandelresultaten patiënt 3
- 6.4 Behandelresultaten patiënt 4
- 6.5 Behandelresultaten patiënt 5
- 6.6 Procentuele afname van het aantal huidlaesies per patiënt
- 6.7 Totaal gemiddelde afname aantal huidlaesies van alle (4) patiënten

## **Hoofdstuk 7 Conclusie en aanbeveling**

---

- 7.1 Conclusie
- 7.2 Aanbevelingen

## **Literatuurlijst**

---

### **Literatuurlijst gebruikte websites**

---

## **Bijlagen**

---

- I Informatiebrief voor de patiënten
- II Behandelkaart
- III Anamnese specifiek
- IV Contra-indicaties Plasmalite® apparaat
- V Propionibacterium acnes
- VI Haemsynthese
- VII Lichtspectrum

## Inleiding

Ons afstudeerwerkstuk van de studierichting huidtherapie aan de Hogeschool van Utrecht heeft als onderwerp:

**“Behandeling van acne vulgaris met het Plasmalite® apparaat, fluorescerend rood pulslucht.”**

Vraagstelling

**“Kan met behulp van lichttherapie een bijdrage geleverd worden aan de behandeling van acne vulgaris?”**

De probleemstelling

**Kan bij de behandeling van acné vulgaris een Plasmalite® apparaat worden ingezet?**

**De subvragen van het praktijkonderzoek zijn:**

- Is het Plasmalite® apparaat in praktijk een optie bij de behandeling van acne vulgaris?
- Kan deze behandeling mogelijk een alternatief bieden aan patiënten die niet voor andere behandelmethoden in aanmerking willen of kunnen komen?

## Opzet van het praktijkonderzoek

Vijf patiënten met acne zijn gevraagd om deel te nemen aan ons praktijkonderzoek. Voorafgaand aan het onderzoek is bij elke patiënt de mate van acne geclassificeerd volgens de hiervoor geldende NHG standaard<sup>1</sup>. Elke patiënt heeft voor aanvang van de behandeling dezelfde instructies meegekregen<sup>2</sup>. Voorafgaand aan elke behandeling is in het te behandelen huidgebied het aantal comedonen, papels en pustels nauwkeurig vastgesteld.

We hebben er naar gestreefd binnen een periode van tien weken de patiënt een tot tweemaal per week met rood pulslucht te behandelen. Per patiënt zijn in totaal 10 behandelingen uitgevoerd, met patiënt 5 als uitzondering. In 6.5 is beschreven waarom hij een uitzondering vormt op de rest.

---

<sup>1</sup> (<http://nhg.artsennet.nl/upload/104/standaarden/M15/std.htm>)

<sup>2</sup> Informatiebrief voor patiënten in bijlage I.

## **Conclusie**

Aan de hand van de behandelresultaten zullen we proberen de vraagstelling te beantwoorden en nagaan of de doelstellingen zijn bereikt.

## **De hoofdstukken**

In hoofdstuk 1 behandelen wij pathofysiologie en achtergronden van acne vulgaris. Aan de orde komen klinisch beeld, de NHG classificatie van acne vulgaris en mechanismen die een rol spelen bij het ontstaan van acne vulgaris.

In hoofdstuk 2 worden aan de hand van verschillende wetenschappelijke artikelen theorieën beschreven van blauw licht, rood licht en de combinatie van beide.

In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving gegeven over de absorptie van licht in de huid na bestraling met blauw en rood licht.

In hoofdstuk 4 wordt een presentatie gegeven van het gebruikte Plasmalite® apparaat.

In hoofdstuk 5 beschrijven wij de opzet en uitvoering van het praktijkonderzoek. De criteria die voor dit onderzoek zijn gehanteerd worden toegelicht.

Hoofdstuk 6 toont de resultaten van het onderzoek aan de hand van grafieken .

Hoofdstuk 7: conclusie en aanbevelingen.

# HOOFDSTUK 1

## Pathofysiologie en achtergronden van acne vulgaris

## HOOFDSTUK 1 PATHOFYSIOLOGIE EN ACHTERGRONDEN VAN ACNE VULGARIS

### 1.1 INLEIDING

Acne is een aandoening van de talgklieren. Elke vierkante centimeter van de huid bevat ongeveer 15 talgkliertjes, die talg (sebum) produceren. De talg wordt afgevoerd via een uitvoergang (het follikelkanaal) dat een opening (porie) heeft naar de huid toe. Onder invloed van hormonen ondergaat de huid in de puberteit allerlei veranderingen, waardoor de talgklieren in het gezicht, maar ook op de romp groter worden en meer talg produceren. Bovendien wordt de talg wat dikker van samenstelling, waardoor deze moeilijker naar de huid afgevoerd kan worden. Kenmerkend is dat genezing veelal met het ontstaan van littekens gepaard gaat.

(<http://www.roche.nl/ziektebeeld/acne/oorzaak.htm>)

Talg- en zweetklieren zijn zogenaamde exocriene klieren. Dit betekent dat de stof die deze klieren uitscheiden via een afvoerbuis (ductus) aan het oppervlak (de huid) terecht komt. Bij de talgklieren barsten de met sebum gevulde talgcellen open en gaat de cel verloren. De levensduur van een talgklier cel bedraagt ongeveer 7, 5 dag (holocriene klieren<sup>3</sup>).

Door deling van de basiscellen worden constant nieuwe cellen gemaakt. Bij apocriene klieren (zoals bijvoorbeeld de zweetklieren in de oksel) worden alleen de aan de buitenkant gelegen delen van de cel tegelijk met de betreffende substantie (secretieproduct) uitgescheiden.

Incidentie en prevalentie van acne vulgaris zijn respectievelijk ca. 5 en 9 per 1000 patiënten per jaar. Het betreft vooral patiënten in de leeftijdscategorie van 15 tot 24 jaar, vrouwen meer dan mannen.

. Er worden in principe drie typen huidlaesies onderscheiden:

- de comedo, hierbij is de porie zwart en gesloten
- de papel, rood en ontstoken laesie, dieper in de huid
- de pustel, de meest voorkomende open laesie met witte kop aan de oppervlakte

---

<sup>3</sup> Holocrien: klieren waarvan de kliercellen bij het uitscheidingsproces in hun geheel worden afgestoten en in het secreet terechtkomen.

## 1.2 Klinisch beeld

**Klinisch beeld.** Acne is een aandoening van de talgklier. Het klinisch beeld van acne vulgaris wordt gekenmerkt door het naast elkaar voorkomen van comedonen, papels, pustels, en bij ernstige vormen (acne conglobata) ook noduli en cysten. Als handvat voor de praktijk kan men de ernst van de afwijkingen indelen in drie graden: licht, matig en ernstig<sup>4</sup>.

## 1.3 Classificatie van acne vulgaris

Tab. Schematisch overzicht naar de ernst van acne

| graad           | comedo | papel/<br>pustel | nodi | cyste/<br>fistel | inflamm. | litteken |
|-----------------|--------|------------------|------|------------------|----------|----------|
| I. licht        | +      | ±                | —    | —                | —        | —        |
| II.<br>matig    | ++     | +                | ±    | —                | +        | ±        |
| III.<br>ernstig | ++     | ++               | +    | ±                | ++       | ++       |

- *geen huidlaesies*
- ±           *weinig tot een paar huidlaesies*
- +
- ++        *enkele tot meerdere huidlaesies*
- talrijke tot uitgebreide huidlaesies*

Deze indeling is in 1991 opgenomen in de NHG standaard die overigens niet internationaal geaccepteerd is<sup>5</sup>.

### In praktijk valt per 5 cm<sup>2</sup> te denken aan:

- Weinig tot een paar huidlaesies      1 – 5
- Enkele huidlaesies                      10 – 20
- Enkele tot meerdere huidlaesies      5- 20
- Talrijke tot uitgebreide huidlaesies   20 en meer

---

<sup>4</sup> (<http://nhg.artsennet.nl/upload/104/standaarden/M15/std.htm>)

<sup>5</sup> (<http://www.geneesmiddelenbulletin.nl/1999/mei/hfd9905.htm>)

## 1.4 Achtergronden acne vulgaris

De etiologie van acne vulgaris en acne conglobata is niet geheel opgehelderd. Bij acne is in eerste instantie de toegenomen productie van androgenen in de puberteit van belang. Hierdoor neemt de talgproductie toe en ontstaat obstructie van talgfollikels door hyperkeratinisatie (comedonenvorming). Daarnaast treden veranderingen op in de microbiële flora, waarbij *Propionibacterium acnes* de overhand krijgt. Biochemische en microbiologische processen bewerkstelligen een verandering in samenstelling van de talg. Dit zet een ontstekingsreactie in gang, waarbij de follikels ten slotte ruptureren en papels en pustels ontstaan.

Factoren die het hyperkeratinisatie- en ontstekingsproces bevorderen zijn: blootstelling aan een combinatie van vochtige warmte en ultraviolet licht, contact met chemische stoffen (halogenen en vetten), mechanische factoren (frequent wassen, manipulatie van comedonen en pustels), gebruik van cosmetica en bepaalde farmaca.

## 1.5 Mechanismen die een rol spelen bij het ontstaan van acne vulgaris

De volgende mechanismen spelen gezamenlijk een rol in het ontstaan van acne<sup>6</sup>.

- **Een versterkte sebumproductie**

De productie van talg staat onder invloed van de androgene hormonen. In de huid wordt testosteron door het enzym 5 $\alpha$ -reductase omgezet in het veel actievere 5 $\alpha$ -dihydrotestosteron (DHT). Dihydrotestosteron heeft een hogere affiniteit met de receptor van de talgklier en treedt op als versterker van het androgene signaal. Bij acne is er geen verhoogde androgeenproductie. Het effect moet gezien worden als een verhoogde gevoeligheid voor het hormoon van het eindorgaan, de talgklier.

- **Hyperkeratose en obstructie van de talgklieruitvoergang**

Hyperkeratose is een verharding van de hoornlaag (het stratum corneum). Deze verharding ontstaat door water uit de keratinocyten te onttrekken. Hierbij schilfert heel vaak de hoornlaag, de schilfers verstopen meestal de talgklier-uitvoergang. Onder invloed van androgene hormonen verergeren oppervlaktelipiden (vetten of vetachtige stoffen van uiteenlopende chemische samenstelling) de hyperkeratose van de talgklier uitvoergang.<sup>7</sup> Is er eenmaal hyperkeratose ontstaan, dan zal ook gemakkelijk bacteriële kolonisatie met *Propionibacterium acnes* kunnen optreden. Is de talgklier-uitvoergang afgesloten, dan kan de talg er niet meer uit en zal de talgklier opzwellen. De stoffen die zich in de talgklier bevinden, zijn een ideale voedingsbodem voor micro organismen. Er ontstaat dan een comedo en later een papel en/of papulopustel.

---

<sup>6</sup> (Van Vloten, Dr. W.A, Degreef, Dr. H.J, Stolz, Dr. E, Vermeer, Dr. B.J, Willemze, Dr. R. (2000) derde herziende druk, *Dermatologie en Venereologie*, Elsevier gezondheidszorg, Maarssen)

<sup>7</sup> (Coêlho (2000) 26ste geheel herziende druk, *Zakwoordenboek der Geneeskunde*, Elsevier, PBNA)

- **Bacteriële kolonisatie van de talgklier**

De belangrijkste bacterie bij de pathogenese van acne is de anaërobe bacterie *Propionibacterium acnes*. Deze is in staat om met het enzym lipase de triglyceriden uit talg in vrije vetzuren om te zetten. Vrije vetzuren hebben een chemotactische werking op talgkliercellen en die kunnen ontstoken raken.

- **Ontstekingsproces rond de talgklierfollikel**

De ontstekingsreactie van de follikel veroorzaakt een beschadiging van de follikelwand en vrijkomen van de vrije vetzuren in het omliggende weefsel; daardoor treedt een chemische ontstekingsreactie op in het omliggende weefsel.

# HOOFDSTUK 2

Wetenschappelijke artikelen en  
theorieën uitgelegd

## HOOFDSTUK 2 WETENSCHAPPELIJKE ARTIKELEN EN THEORIEËN TOEGELICHT

### 2.1 De rol van *Propionibacterium acnes* en porfyrienen bij blauw licht behandelingen van acne vulgaris toegelicht

#### Inleiding

Bij de stofwisseling van *Propionibacterium acnes* worden porfyrienen gevormd. Uit diverse wetenschappelijke artikelen<sup>8</sup> is naar voren gekomen dat deze porfyrienen fotosensibel zijn. Onder invloed van pulslucht doen de porfyrienen singlet-zuurstofradicalen ontstaan, die de *Propionibacterium acnes* van binnenuit te gronde richten.

**Beschrijving van het onderzoek; “Ontworteling van *Propionibacterium acnes* door zijn endogene porfyrienen na bestraling met hoog intensief blauw licht, Health Sciences Research Center, Faculty of Life Sciences, Israel, 2002”**

Porfyrienen zijn geoxideerde producten die onderdeel zijn van de haemsynthese<sup>9</sup>. Het porfyrinemolecuul is opgebouwd uit een viertal pyrrolmoleculen, die door metheenenbruggen tot een ringvormige structuur met elkaar verbonden zijn. In de ring komen dubbele bindingen voor die in staat zijn bepaalde straling te kunnen absorberen en daarna deze te fluoresceren (straling met een andere golflengte teruggeven). Binnen het kader van dit praktijkonderzoek gaan we niet verder op deze ingewikkelde biochemische materie in. Bij bestraling met pulslucht tonen porfyrinemoleculen een rode fluorescentie.

In alle wetenschappelijke artikelen (1, 2) komt naar voren dat blauw licht (optimum 415 nm) de meest succesvolle resultaten teweeg kan brengen in de behandelingen van acne vulgaris. Hieronder wordt een wetenschappelijk onderzoek aangehaald waarbij blauwlicht therapie beschreven wordt (1).

Bij de in dit onderzoek gebruikte blauwlicht therapie werden twee methoden toegepast;

- blauwlicht therapie zonder gebruikmaking van ALA (Delta aminolevulinezuur)
- blauwlicht therapie met gebruikmaking van ALA

#### *Blauwlichttherapie zonder gebruikmaking ALA*

*Propionibacterium acnes* is een gram-positieve bacterie die normaal de humane talgklier bewoont. Onderzoek heeft uitgewezen dat 40% van *Propionibacterium acnes* resistent voor anti-acne antibiotica is (1). *Propionibacterium acnes* staat bekend als een natuurlijke producent van intracellulaire porfyrienen. Porfyrienen absorberen en fluoresceren straling van het licht. Fluorescentie door de porfyrienen geeft een rode straling (2).

---

<sup>8</sup> (Elman, M., Slatkine, M, Yoram, H. (2003) *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*, volume 5, pagina 111- 116)

(Ashkenazi, H, Malik, Z, Harth, Y, Nitzan, Y. (2003) *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, volume 35, issue 1, pagina 17-24)

<sup>9</sup> Haemsynthese uitgelegd in bijlage VI

De rode straling wordt geabsorbeerd door de aanwezige zuurstofmoleculen en deze splitsen zich in singlet-zuurstof. Singlet-zuurstof is een biradicaal (dubbelradicaal) en zorgt voor membraanschade waardoor uitvloeiing van kalium en verlies van fosfaat uit de cellen mogelijk is, met als gevolg celdood.

Dit proces is afhankelijk van de hoeveelheid porfyrienen, de temperatuur tijdens de reactie en de gebruikte golflengten. De uitzendingspiek van het licht, welke het meest effectief is voor de absorptie en daarna voor de fotodestructie van de bacterie, bevindt zich in het gebied van 405-420 nm. Zichtbaar blauw licht is niet fototoxisch voor humane cellen.

#### *Blauwlicht therapie met gebruikmaking van ALA (Fotodynamische Therapie)*

Een nieuwe methode voor het fotogevoeliger maken van cellen en het vergroten van de behandelingsresultaten, is het vooraf appliceren van huid met de stof ALA. Door deze handeling wordt de vorming van extra porfyrienen bewerkstelligd.

(1. Ashkenazi, H, Malik, Z, Harth, Y, Nitzan, Y. (2003) *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, volume 35, issue 1, pagina 17-24)

(2. Krutmann, J, Höningsmann, H, Elmet, C.A, Bergstresser, P. R, Eds. (2001) *Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods*, Hoofdstuk 11)

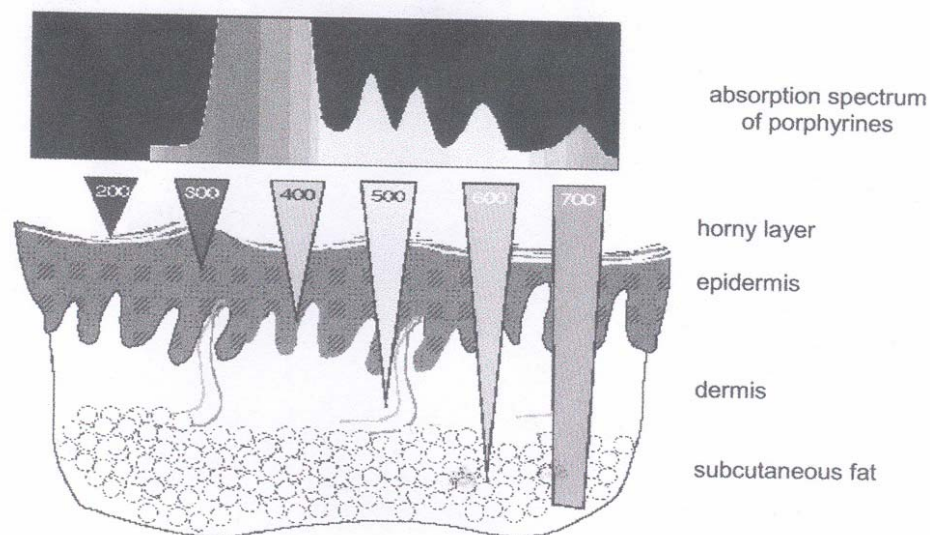


Fig. 3. At higher wavelengths (up to 1,100 nm) penetration of light into tissue increases. Therefore the last absorption band of the porphyrins at about 630 nm is used for PDT

#### *(Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods)*

## 2.2 De rol van macrofagen-stimulatie bij rood licht behandelingen

### Inleiding

Het gebruik van rood licht in de behandeling van acne vulgaris is minder goed onderzocht. Het optimum van de rode lichtstralen, die bij deze behandeling gebruikt worden, is 660 nm. Rood licht zou mogelijk een anti inflammatoire werking kunnen hebben door het vrijkomen van cytokinen van macrofagen. De macrofagen zijn fagocyterende cellen<sup>10</sup>. Bij een besmetting kunnen gewone weefselcellen die door virussen en bacteriën worden aangevallen, dit kenbaar maken door productie van signaalstoffen voor immuuncellen. Macrofagen zijn voor deze signaalstoffen gevoelig. De macrofagen treden in werking en 'eten' als het ware de bacterie-resten op.

### **Beschrijving van het onderzoek; "Fototherapie met blauw (415 nm) en rood (660 nm) licht bij de behandeling van acne vulgaris, British Journal of Dermatology"**

De inflammatoire werking van rood licht bij de behandeling van acne vulgaris is nog niet volledig begrepen. Enerzijds kunnen de cytokinen van macrofagen een rol spelen, anderzijds kan men denken aan de warmte ontwikkeling die leidt tot vaatverwijding en een betere doorbloeding tijdens de behandeling (goede aanvoer van macrofagen).

Macrofagen blootgesteld aan een optimum golflengte van 660 nm zorgen voor het vrijkomen van cytokinen. Cytokinen stimuleren fibroblasten proliferatie<sup>11</sup> en de productie van groeifactoren. Hierdoor ontstaat invloed op het inflammatoire proces, genezing en wondheling.

Behandeling met rood licht laat zien dat de doorgankelijkheid van de celmembranen voor calcium ionen beïnvloed wordt. Er ontstaat membraanschade door uitvloeiing van stoffen uit de cellen en leidt tot celdood. Uiteindelijk 'eten' de macrofagen de bacterie-resten op<sup>12</sup>.  
(Papageorgiou, P, Katsambas, A, Chu, A. (2000) *British Journal of Dermatology*, issue 142, pagina 973-978)

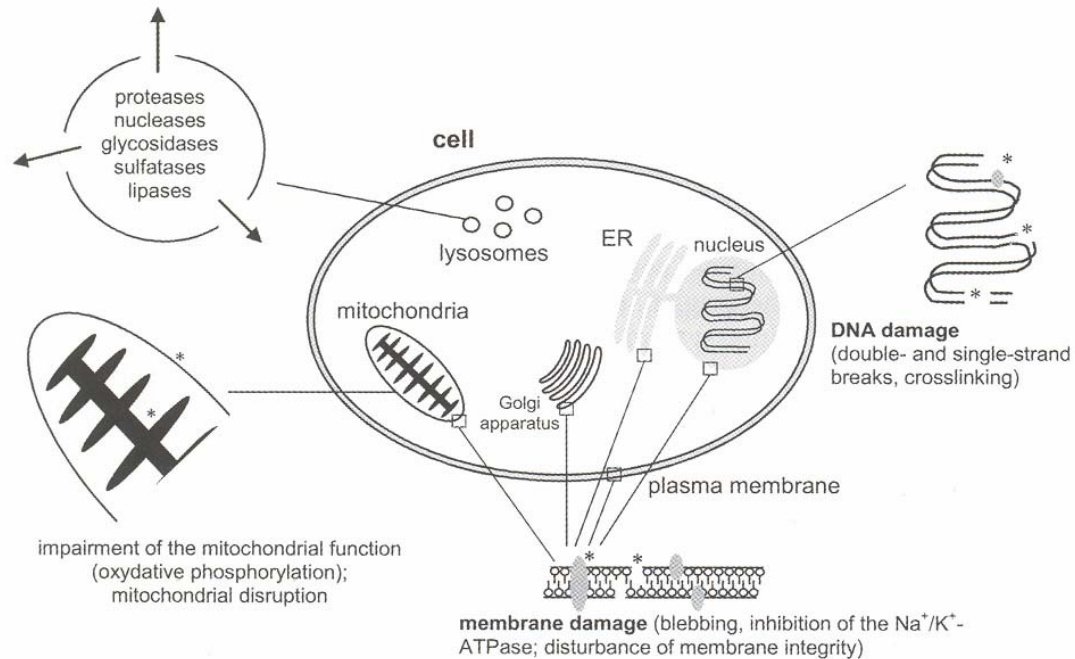
---

<sup>10</sup> Fagocyterende cel: vreetcel, elke cel in het organisme die het vermogen heeft vreemde materie o.a. bacteriën, in zich op te nemen en door lysosomale activiteit onschadelijk te maken.

<sup>11</sup> Proliferatie: voortplanting; woekering, uitbreiding.

<sup>12</sup> (Verschuren, dr. G.M. (1996) *Grondslagen van de biologie deel 1 Cellen*)  
(Burgerhout, dr. W.G, Mook, dr. G.A, de Morree, dr. J.J, Zijlstra, dr. W.G. (2001) *derde herziende druk, Fysiologie Leerboek voor paramedische opleidingen, Elsevier gezondheidszorg, Maarssen*)  
(Coelho (2000) *26ste geheel herziende druk, Zakwoordenboek der Geneeskunde, Elsevier, PBNA*)

## Overzicht ontstaan van membraanschade



**Fig. 8.** PDT-related subcellular damages depend on the localization of the photosensitizer used. Significant damage occurs mostly at the plasma membranes, lysosomes, and mitochondria. This results in a disturbance of the membrane integrity, the release of lysosomal enzymes, and impairment of the respiratory chain. Damage to the DNA does not contribute significantly to cell death

**(Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods)**

## 2.3 Combinatie rood en blauw licht in de behandeling van acne vulgaris

### Inleiding

Fototherapie met een combinatie van blauw (optimum 415 nm) en rood licht (optimum 660 nm), mogelijk een combinatie van anti-bacteriële en anti-inflammatoire werking, is een effectieve manier van behandelen voor lichte tot matige acne vulgaris.

### Onderzoek

In het onderzoek "Fototherapie met blauw (415 nm) en rood (660 nm) licht bij de behandeling van acne vulgaris, ("British Journal of Dermatology") wordt beschreven dat de combinatie van blauw en rood licht de grootste afname van het aantal huidlaesies bewerkstelligt.

Vier factoren die hier mogelijk een rol kunnen spelen zijn;

1. de hoge mate van fluorescentie van porfyrienen (blauw licht)
2. macrofagen stimulatie (rood licht)
3. warmte ontwikkeling (rood licht)
4. penetratiediepte in de huid van blauw en rood licht (beiden)

#### Ad. 1

Porfyrienen absorberen blauw licht en fluoresceren een rode straling. De rode straling wordt geabsorbeerd door zuurstofmoleculen en splitsen zich in radicale singlet-zuurstofmoleculen. De gevormde singlet-zuurstofmoleculen zorgen voor membraanschade, waardoor cellen stoffen zoals kalium verliezen wat uiteindelijk tot celdood leidt (2, 3).

#### Ad. 2

De door rood licht gestimuleerde macrofagen, zorgen voor het vrijkomen van cytokinen. Cytokinen stimuleren fibroblasten proliferatie en de productie van groeifactoren. Hierdoor ontstaat invloed op het inflammatoire proces, genezing en wondheling. De macrofagen 'eten' uiteindelijk de overgebleven bacterie-resten op (1).

#### Ad. 3

Mogelijk kan rood licht een thermisch effect teweeg brengen, wat zorgt voor warmte ontwikkeling in de huid, vaatverwijding en een betere doorbloeding (goede aanvoer van macrofagen).

#### Ad. 4

De penetratiediepte van blauw licht in de huid is minder dan 0,25 mm. Rood licht daarentegen dringt tot 3 mm in de huid door. De meeste ontstekingshaarden bij acne vulgaris bevinden zich 3 mm diep in de huid van het gelaat. Niet geheel bereikbaar voor blauw licht, maar wel binnen het bereik van rood licht.

(1. Papageorgiou, P, Katsambas, A, Chu, A. (2000) *British Journal of Dermatology*, issue 142, pagina 973-978)

(2. Ashkenazi, H, Malik, Z, Harth, Y, Nitzan, Y. (2003) *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, volume 35, issue 1, pagina 17-24)

(3. Lask, G, Lowe, N.J, Goldberg, D.J. (2004) *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*, volume 6, number 2)

## 2.4 Vergelijking tussen blauw en rood licht

- absorptievermogen porfyrienen bij blauw licht groter dan bij rood licht
- bij blauw licht een golflengte met een optimum van 415 nm, bij rood licht een golflengte met een optimum van 660 nm
- sprake van fluorescentie bij blauw licht, geen sprake van fluorescentie bij rood licht
- minder thermisch effect bij blauw licht, mogelijk thermisch effect bij rood licht
- geen macrofagen stimulatie bij blauw licht, wel macrofagen stimulatie bij rood licht
- penetratiediepte in de huid bij blauw licht minder diep dan bij rood licht

### Overzicht licht fluorescentie

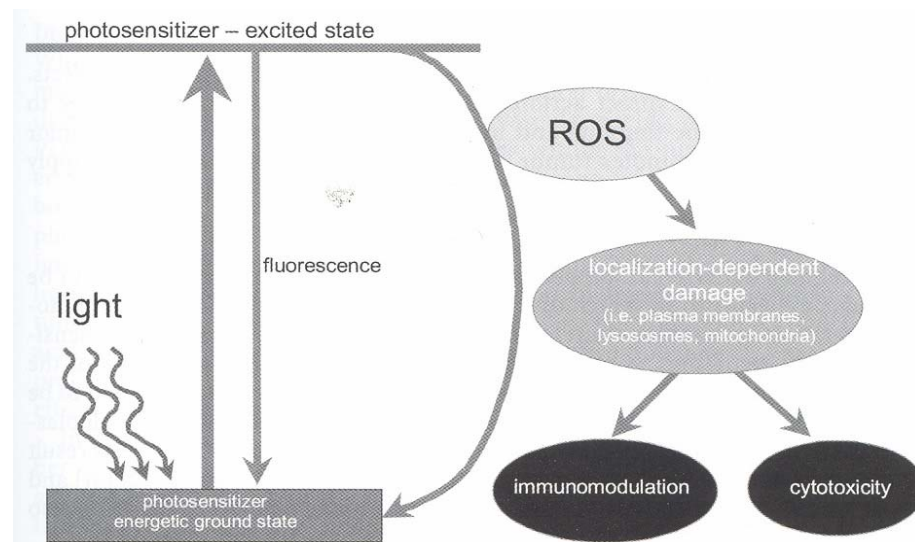


Fig. 7. A photosensitizer molecule in the excited state is able to form reactive oxygen species (ROS), mainly singlet oxygen (reaction type II) via photooxidation. Depending on the subcellular localization of the dye, organelle-specific damage occurs. The specific damage sites plus the extent of damage lead then to immunomodulation and/or cytotoxicity

**(Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods)**

# HOOFDSTUK 3

## Absorptie van licht in de huid

## HOOFDSTUK 3

## ABSORPTIE VAN LICHT IN DE HUID

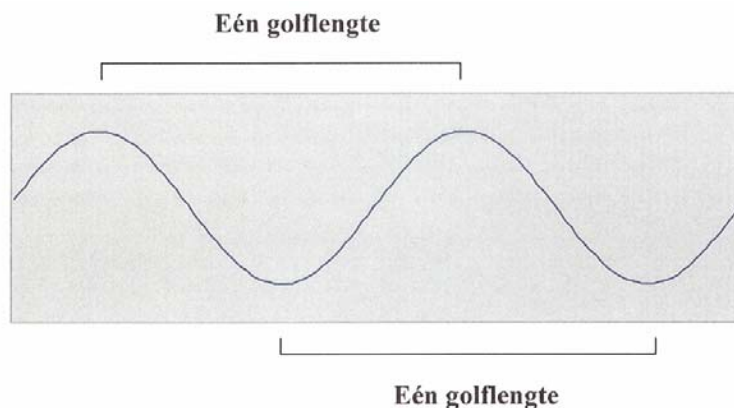
### 3.1 Inleiding

Licht is onderdeel van elektromagnetische energie. Elektromagnetische energie plant zich met een zeer hoge snelheid (= lichtsnelheid) golfvormig voort. Lichtsnelheid is nagenoeg constant en bedraagt 3.000.000.000 m/sec. De golflengte is de afstand tussen twee opeenvolgende toppen en dalen en wordt in nanometer (nm) uitgedrukt. Eén nanometer is 0,000000001 meter. Het tempo waarin de wisseling van hoog naar laag plaatsvindt noemen we frequentie. Frequentie hangt samen met de lengte van de golf: hoe hoger de frequentie, hoe kleiner de golflengte. Golflengten van zichtbaar licht liggen tussen 380 nm en 760 nm. Infrarood (IR) sluit rechts aan op het zichtbare licht en ultraviolet (UV) links. Infrarood licht (golflengte 760 tot 1.000.000 nm) heeft een kleinere frequentie dan rood licht (golflengte 650-760 nm). Golflengte ofwel frequentie wordt gebruikt om het soort straling aan te geven. Het oog van de mens kan alleen elektromagnetische straling van 380 nm (blauw licht) tot 760 nm (rood licht) waarnemen. De retina van het oog kan deze straling omzetten; andere straling niet. Golven bevatten toppen en dalen, het oog van de mens kan dit niet zien, het is wel meetbaar en te bewijzen.

Ultraviolet licht bevindt zich onder de 380 nm grens en kan niet door het oog worden waargenomen. Dit type licht is gevaarlijk omdat het DNA in de huid kan veranderen (genmutaties) wat tot huidkanker kan leiden.

Infrarood licht begint vanaf 760 nm en kan oplopen tot 1.000.000 nm. Hoewel infrarood licht niet zo gevaarlijk is als ultraviolet licht, wordt het door watermoleculen sterk geabsorbeerd. Dit kan leiden tot verwarming van celwater en daarna tot de verwarming van de huid.

#### Afbeelding golflengte



*(Handboek Plasmalite)*

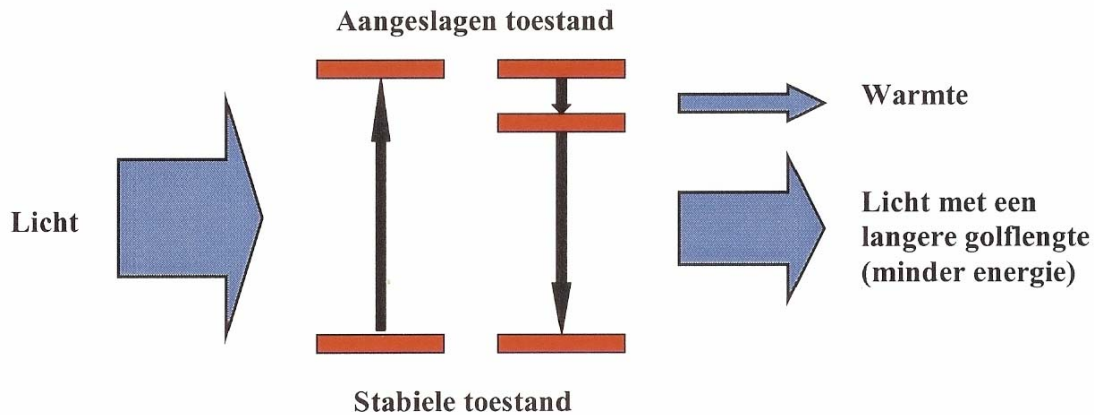
### 3.2 Fluorescentie van blauw licht

Een fluorescerende stof absorbeert eerst stralen van een stof en geeft daarna de straling terug. Straling wordt in een grotere golflengte teruggegeven en bevat minder energie. Dit noemt men fluorescentie<sup>13</sup>.

Door de absorptie van licht komen de elektronen van de fluorescerende stof in een aangeslagen toestand. Elektronen bewegen zich in voorkeursbanen om de atoomkern heen. Ondergaat een atoom een absorptie van stralen dan kan daardoor een elektron worden weggestoten naar een ruimere baan. De toestand waarin een elektron in een te ruime baan zit, noemt men een aangeslagen toestand van het atoom. Binnen zeer korte tijd springt het elektron spontaan in zijn oorspronkelijke baan terug. Het atoom valt in zijn grondtoestand terug. Het terugspringen van het elektron gaat gepaard met uitzenden van de opgenomen energie in de vorm van licht. Men noemt dat spontane emissie van straling. Dit licht bezit minder energie en zal dus een grotere golflengte bevatten.

Samengevat wordt licht door fluorescentie dus omgezet in licht met een grotere golflengte (minder energie). Bepaalde fluorescerende stoffen kunnen blauw en groen licht absorberen en dit als rood licht weer uitzenden. Bij het Plasmalite® apparaat absorberen de polymeerfilters het ongewenste blauwe, groene en gele licht en veranderen dat in rood licht. *(Bijlage blok A1 huidtherapie (2001) Hogeschool van Utrecht faculteit Gezondheidszorg)*

#### Schematische weergave fluorescentie



*(Handboek Plasmalite)*

---

<sup>13</sup> Fluorescentie: lichtgevendheid

### 3.3 Selectieve absorptie van licht in de huid

Zichtbaar licht is samengesteld uit golflengten. Wanneer een deel van dit licht een object raakt, kunnen sommige van deze golflengten door dit object geabsorbeerd worden of teruggekaatst worden. Omdat licht energie bevat, wordt het absorberende object warmer.

#### Blauw licht

Hetzelfde gebeurt wanneer blauw licht (optimum 415 nm) op de huid wordt gestraald. Sommige golflengten worden geabsorbeerd door bestanddelen van de huid. Andere golflengten worden vanaf de huid weer teruggekaatst. Het is bekend dat porfyrienen een lichtabsorberende werking hebben. Porfyrienen zijn in de talgklier aanwezig in de vorm van cytochromen. Deze zetten zuurstof om in energierijke producten ten behoeve van de talgklier zelf. Wanneer porfyrienen worden blootgesteld aan licht, worden ze aangeslagen en veranderen ze in een hogere energievorm. Dit is reeds beschreven in Hoofdstuk 2.1

*(Ashkenazi, H, Malik, Z, Harth, Y, Nitzan, Y. (2003) FEMS Immunology and Medical Microbiology, volume 35, issue 1, pagina 17-24)*

*(Lask, G, Lowe, N.J, Goldberg, D.J. (2004) Journal of Cosmetic & Laser Therapy, volume 6, number 2)*

#### Rood licht

Als de huid bestraald wordt met rood licht (optimum 660 nm) dan absorberen macrofagen het rode licht. Macrofagen zorgen voor het vrijkomen van cytokinen, die het inflammatoire proces beïnvloeden. De doorlaatbaarheid van de celmembraam wordt toegankelijker voor calcium en leidt tot uitvloeiing van stoffen. De cellen gaan ten gronde, wat uiteindelijk zorgt voor celdood. De macrofagen 'eten' de bacterie-resten op. Bij rood licht is er geen sprake van fluorescentie. Wel heeft het thermische effect van rood licht mogelijk een positieve bijdrage en zorgt voor vaatverwijding (goede aanvoer van macrofagen) en een betere doorbloeding.

Tevens is beschreven dat de penetratiediepte in de huid van rood licht (3 mm) groter is dan van blauw licht (0,25 mm).

*(Papageorgiou, P, Katsambas, A, Chu, A (2000) British Journal of Dermatology, issue 142, pagina 973-978)*

*(Krutmann, J, Höningsmann, H, Elmets, C.A, Bergstresser, P. R, Eds. (2001) Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods, Hoofdstuk 11)*

# HOOFDSTUK 4

## Het Plasmalite® apparaat

## HOOFDSTUK 4 HET PLASMALITE® APPARAAT

### 4.1 Inleiding

Eind jaren tachtig van de vorige eeuw ontwikkelde de Zweed Morgan Gustavsson een nieuwe technologie, gebaseerd op selectieve absorptie, die bekend zou worden als Fluorescent Pulsed Light (FPL). Productie, ontwikkeling en onderzoek vindt in Gothenburg Zweden plaats. Patent is in 1996 verleend.

Dit zogenaamde Plasmalite® apparaat wordt in de Nederlandse huidtherapie praktijk voor zover wij konden nagaan alleen gebruikt voor definitieve haarverwijdering. Het basisprincipe berust op selectieve foto-thermolyse. Dit houdt in absorptie van rood licht door melanine in de haarwortel en daarbij een temperatuursverhoging. De haar kan verwijderd worden zonder schade aan te richten aan de omliggende huid. Dankzij het gebruik van fluorescerende polymeerfilters kunnen vrijwel alle huidtypen veilig worden behandeld.

Volgens de uitgebreide handleiding biedt juist dit gebruik van polymeerfilters extra mogelijkheden voor de behandeling van nog andere huidproblemen zoals:

- pigmentstoornissen
- vasculaire aandoeningen
- tatoeages
- littekens
- acné vulgaris

Over deze laatste toepassingsmogelijkheid gaat ons praktijkonderzoek.

### 4.2 Werking

Het Plasmalite® apparaat is gebaseerd op een combinatie van IPL, gepatenteerde polymeerfilters en fluorescentietechnologie, het zogenaamde Fluorescentie Pulse Lichtsysteem (FPL).

Via een watergekoelde Xenonlamp wordt pulsgewijs een bundel hoog energetisch wit licht uitgezonden. Eerst wordt schadelijke UV straling met een golflengte van 400 nm en kleiner door een polymeerfilter geabsorbeerd. Vervolgens wordt licht met golflengten van 900 nm en hoger geabsorbeerd. Daarna zet het polymeerfilter, door middel van fluorescentie, licht met van golflengten van 400 nm tot 600 nm om in licht met golflengten van 600 nm tot 920 nm. Ongewenst blauw, groen en geel licht wordt door de filters omgezet in rood licht.

**(Handboek Plasmalite® apparaat)**

### 4.3 Polymeerfilters

Het Plasmalite® apparaat maakt gebruik van polymeerfilters. Een polymeerfilter zorgt ervoor dat bepaalde golflengten worden geabsorbeerd terwijl andere golflengten juist worden doorgelaten. Elk polymeerfilter zendt een eigen specifiek lichtspectrum uit. Het optimum van de doorlaatbare golflengte wordt daarbij aangeduid. Voor ons onderzoek zijn van belang vier filtertypes: rood (615 nm), oranje (580 nm), geel (550 nm) en lichtgeel (535 nm).

Huidtype en aandoening bepalen welk filter moet worden toegepast. Het licht wordt door een saffier geleid, waardoor minimale verstrooiing optreedt.

#### 4.4 Specificaties van het Plasmalite® apparaat

|                  |                                                                                                                                             |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lichtbron        | - Xenonflitslamp (intern watergekoeld)                                                                                                      |
| Golflengten      | - 535-920 nm                                                                                                                                |
| Spotgrootte      | - 10-20 mm = 200 mm <sup>2</sup>                                                                                                            |
| Pulsduur         | - instelbaar tot 120 ms                                                                                                                     |
| Energie          | - tot 45 J/cm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Snelheid         | - een puls kan elke seconde worden gegeven (1 puls/sec)                                                                                     |
| Handstuk         | - lichtgewicht handstuk met saffieren golfgeleider                                                                                          |
| Bedieningspaneel | - digitaal afleesvenster voor pulsduur en pulstellerstand                                                                                   |
| Gewicht          | - 34 kg                                                                                                                                     |
| Meting Joules    | - d.m.v. het geven van een lichtflits in een ijk-apparaat                                                                                   |
| Gebruik gel      | - er wordt een gel op de huid aangebracht die enerzijds verkoelend werkt en anderzijds zorgt voor de geleiding van de lichtflits in de huid |

  
PLASMALITE.



# HOOFDSTUK 5

## Opzet van het praktijkonderzoek

## HOOFDSTUK 5

## OPZET VAN HET PRAKTIJKONDERZOEK

### 5.1 Inleiding

Om te bepalen of een rood pulslicht apparaat daadwerkelijk is in te zetten bij de behandeling van acne vulgaris hebben wij na uitvoerig overleg met mevrouw Kersten-Gerrits een werkplan opgezet. Daarbij kwam aan de orde:

- omvang van het onderzoek
- selectie van patiënten
- instructie van patiënten
- anamnese en classificatie van de acne
- de rol van de dermatoloog
- bepaling en afbakening van het onderzoeksgebied
- frequentie van de behandelingen en behandelingsduur
- instelling van het Plasmalite® apparaat
- registratie en verwerking van de onderzoeksgegevens
- mogelijke bijwerkingen
- veiligheidsmaatregel voor de patiënt
- behandelvormen bij acne vulgaris

### 5.2 Omvang van het onderzoek

Binnen het tijdsbestek van onze afstudeeropdracht was mede vanwege de beperkte mogelijkheden in de huidtherapie praktijk van mevrouw Kersten-Gerrits slechts ruimte voor een bescheiden praktijkonderzoek. In verband met de beschikbaarheid van het te gebruiken Plasmalite® apparaat en het kostenloze aspect voor de proefpersonen konden de onderzoeksbehandelingen alleen buiten de reguliere werktijden worden uitgevoerd. Daarom is in overleg voor de behandeling van 5 patiënten gekozen.

### 5.3 Selectie van patiënten

Ten behoeve van ons onderzoek mochten wij deels uit het patiëntenbestand van mevrouw Kersten-Gerrits een selectie maken van in aanmerking komende patiënten. De geselecteerde patiënten voldeden allen aan onze selectiecriteria door de aanwezigheid van comedonen, pustels en papels en gemotiveerdheid.

Wij hebben voor de geselecteerde patiënten een informatiebrief opgesteld<sup>14</sup>. Daarnaast is er met een aantal patiënten ook telefonisch contact geweest om vragen te beantwoorden.

---

<sup>14</sup> Informatiebrief in bijlage I

#### Overzicht patiënten

|            |                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------|
| Patiënt 1: | Geslacht: mannelijk<br>Leeftijd : 19 jaar<br>Huidtype : III |
| Patiënt 2: | Geslacht: vrouwelijk<br>Leeftijd: 26<br>Huidtype: II        |
| Patiënt 3: | Geslacht: mannelijk<br>Leeftijd: 19<br>Huidtype: II         |
| Patiënt 4: | Geslacht: vrouwelijk<br>Leeftijd: 17<br>Huidtype: II        |
| Patiënt 5: | Geslacht: mannelijk<br>Leeftijd: 15<br>Huidtype: II         |

#### 5.4 Instructie van patiënten

De patiënten kregen per brief de volgende instructies:

- dagelijks gebruik van een sunblock van minimaal SPF 35
- 6 weken voor, tijdens en na de behandeling de behandelingen zon en zonnebank vermijden en eveneens geen zelfbruiningsproducten gebruiken in verband met mogelijk optreden van pigmentstoornissen
- bij gebruik van medicatie deze bij de eerste afspraak mee te brengen om vast te stellen of deze lichtovergevoeligheid veroorzaakt
- gebruik van reinigingsproducten en een huidverzorgende crème kan tijdens de behandelperiode voortgezet worden
- niet aan de huidlaesies komen, zodat de huid de kans krijgt om te genezen

#### 5.5 Anamnese en classificatie van acne

Om een indruk te krijgen van aard, ernst en omvang van de klacht hebben we bij de eerste afspraak een anamnese afgenomen en inspectie en palpatie uitgevoerd. Pustels met inhoud en een witte 'kop' zijn de belangrijkste indicatie geweest voor mogelijke aanwezigheid van *Propionibacterium acnes*. Voor de classificatie van acne vulgaris werd gebruik gemaakt van de standaard van het NHG (zie hoofdstuk 1). Voor iedere behandeling hebben we het aantal comedonen, papels en pustels geteld. Deze telling staat schematisch weergegeven in hoofdstuk 6.

## **5.6 De rol van de dermatoloog**

Als zich bij acne vulgaris pustels met inhoud en een witte kop voordoen dan kan met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid ervan worden uitgegaan dat *Propionibacterium acnes* de veroorzaker van de ontstekingsreactie is. Porfyrienen die door de *Propionibacterium acnes* worden gevormd zijn zoals we eerder hebben aangetoond fotosensibel. Willen we 100% zeker weten dat we inderdaad met deze bacterie van doen hebben, dan kan alleen een biopsie uitsluitsel geven. Daarvoor is een bezoek aan een dermatoloog en laboratoriumonderzoek nodig. In overleg hebben wij van deze optie geen gebruik gemaakt.

## **5.7 Bepaling en afbakening van het onderzoeksgebied**

Om de onderzoeksresultaten juist te kunnen interpreteren was het van belang de te behandelen huidgedeelten nauwkeurig aan te geven en de huidoppervlakten in cm<sup>2</sup> te berekenen. Dit hebben we gedaan door eenvoudigweg een centimeter op de huid te leggen.

## **5.8 Frequentie van de behandelingen en aantal behandelingen**

Omdat in een wetenschappelijke studie<sup>15</sup> is aangetoond dat een maximaal resultaat behaald wordt met een behandelingsfrequentie van tweemaal per week, hebben wij besloten om ook te streven naar 1 tot 2 rood pulslucht behandelingen per patiënt per week.

We hebben gekozen voor 10 behandelingen per patiënt in plaats van de gebruikelijke 8. Dit om na te kunnen gaan of inderdaad het maximale effect na 8 behandelingen was bereikt. Uit onderzoek<sup>16</sup> is naar voren gekomen dat bij lichtflitsbehandelingen met andere apparatuur het eindresultaat reeds behaald werd na 8 behandelingen.

---

<sup>15</sup> (Kawada, A, Aragane, Y, Kameyama, H, Sangen, Y, Tezuka, T. (2002) *Journal of Dermatological Science*, volume 30, issue 2, pagina 129-135)

<sup>16</sup> (Lask, G.P, Lowe, N.J, Goldberg, D.J. (2004) *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, volume 6, issue 2)

## 5.9 Instelling van het Plasmalite® apparaat

Het Plasmalite® apparaat wordt ingesteld op basis van de huidtypen-classificatie van Fitzpatrick. Voor elk huidtype wordt specifieke polymeerfilter gebruikt.

De instelling van energieafgifte en te gebruiken polymeerfilter wordt bepaald door:

- het huidtype (huidtype I t/m III)
- de marge waarbinnen men mag werken met het voor de behandeling aangegeven filter
- de huidreactie na het zetten van proefshots
- de pijnsensatie van de patiënt

| Huidtype<br>Fitzpatrick | Behandeling          | Filter type<br>(kleur, nm) | Lengte<br>lamp (mm) | Energie<br>(J/cm <sup>2</sup> ) * | Opmerking                |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| I - II                  | gezichtsvaatjes      | lichtgeel, 535 nm          | 16 +/-1             | 35-42                             | vaatdiameter < 0.5 mm ** |
| I - II                  | collageen stimulatie | lichtgeel, 535 nm          | 16 +/-1             | 30-40                             | **                       |
| I - II                  | pigmentatie          | lichtgeel, 535 nm          | 16 +/-1             | 20-40                             | **                       |
| III                     | gezichtsvaatjes      | geel, 550 nm               | 16 +/-1             | 30-35                             | vaatdiameter < 0.3 mm ** |
| III                     | collageen stimulatie | geel, 550 nm               | 16 +/-1             | 25-35                             | **                       |
| III                     | pigmentatie          | oranje, 580 nm             | 16 +/-1             | 20-35                             | **                       |
| IV                      | gezichtsvaatjes      | oranje, 580 nm             | 16 +/-1             | 30-35                             | vaatdiameter < 0.2 mm ** |
| IV                      | collageen stimulatie | oranje, 580 nm             | 16 +/-1             | 20-30                             | **                       |
| IV                      | pigmentatie          | oranje, 580 nm             | 16 +/-1             | 20-30                             | **                       |
| V                       | pigmentatie          | rood, 615 nm               | 16 +/-1             | 20-25                             | **                       |

**(Handboek Plasmalite® apparaat)**

Bij de acne behandeling van onze patiënten (huidtype I – III) moest volgens het Handboek uitgegaan worden van de waarden zoals gegeven voor collageen stimulatie. Wij hebben gewerkt met energie instellingen variërend van 25-40 J/cm<sup>2</sup>, in combinatie met een polymeerfilter. Bij de patiënten met huidtype I en II werd het lichtgele filter gebruikt (optimum golflengte van 535 nm). Bij de patiënt met huidtype III werd het gele filter gebruikt (optimum golflengte van 550 nm).

Na de juiste instelling brengt de flitslamp gedurende een uiterst korte tijdsduur een actieve lichtstraal voort. Een te lange puls kan leiden tot ongewenste warmte en schade aan de huid. Te korte pulsen hebben geen effect. De pulsduur wordt uitgedrukt in milliseconden (ms). Een en ander is af te lezen op het duidelijke display van het apparaat.

De energie die de huid bereikt, wordt uitgedrukt in Joules per cm<sup>2</sup> (J/cm<sup>2</sup>) en is afhankelijk van gebruikte golflengte en pulsduur. Hoe kleiner de golflengte, des te groter de energie. Hoe groter de pulsduur, hoe meer energie.

Bij de lichtbehandelingen in ons praktijkonderzoek is gewerkt met een pulsduur van 120 ms. Voor deze instelling is gekozen omdat hiermee de maximale inwerktijd van het licht in de huid wordt bereikt.

## **5.10 Registratie en verwerking van de onderzoeksgegevens**

Aan de hand van tellingen voor en na de behandelingen werd de toe- en afnamen van het aantal huidlaesies bijgehouden. Externe factoren, zoals veranderde medicatie, stress, persoonlijke omstandigheden en zonbestraling werden in kaart gebracht.

## **5.11 Mogelijke bijwerkingen**

Hoewel er zich over het algemeen weinig bijwerkingen voordoen kunnen pijnsensatie en pigmentverandering (in combinatie met zonlicht) optreden.

## **5.12 Veiligheidsmaatregel voor de patiënt**

Het dragen van een veiligheidsbril ter bescherming van de ogen

## **5.13 Behandelvormen bij acne vulgaris**

Globaal kan bij de behandeling van acne vulgaris keuze gemaakt worden uit de volgende therapieën:

- zelfzorg producten
- manuele acne therapie
- medicamenteuze therapie (oraal en lokaal)
- lichtbehandelingen

# HOOFDSTUK 6

## Resultaten van het onderzoek

## HOOFDSTUK 6 RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

### 6.1 Resultaat patiënt 1

#### Patiënt 1 (uit het patiëntenbestand van huidtherapie praktijk Delft)

Geslacht: mannelijk  
 Leeftijd: 19 jaar  
 Huidtype: III  
 Lokalisatie: rug met een oppervlakte-eenheid van 23×12 cm<sup>2</sup> per zijde, met een totale oppervlakte van 552 cm<sup>2</sup>.  
 Eerdere behandelingen: manuele acne-therapie met de productlijn van Coresa.  
 Mate van acne: matige vorm van acne vulgaris.<sup>17</sup>  
 Medicatie: geen

#### *Oppervlakte-eenheid 23 ×12 cm linkerkant rug*

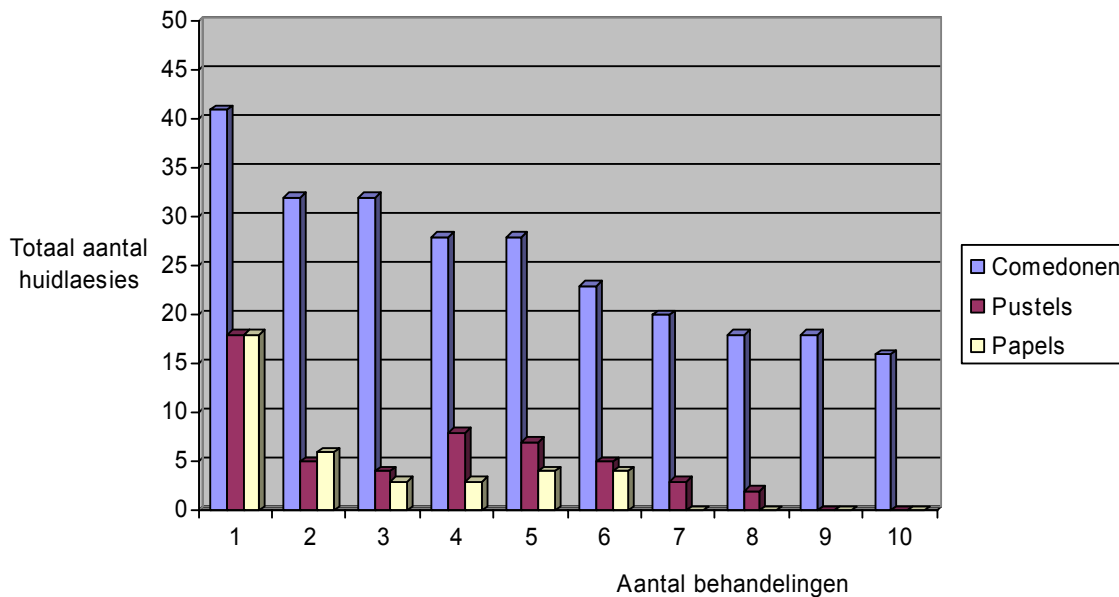
| <b>Patiënt 1</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 18               | 10             | 9             |
| Behandeling 2    | 15               | 4              | 3             |
| Behandeling 3    | 15               | 2              | 2             |
| Behandeling 4    | 13               | 4              | 3             |
| Behandeling 5    | 13               | 3              | 2             |
| Behandeling 6    | 10               | 3              | 2             |
| Behandeling 7    | 10               | 2              | 0             |
| Behandeling 8    | 9                | 1              | 0             |
| Behandeling 9    | 9                | 0              | 0             |
| Behandeling 10   | 9                | 0              | 0             |

#### *Oppervlakte-eenheid 23 ×12 cm rechterkant rug*

| <b>Patiënt 1</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 23               | 8              | 9             |
| Behandeling 2    | 17               | 2              | 4             |
| Behandeling 3    | 17               | 2              | 1             |
| Behandeling 4    | 15               | 4              | 0             |
| Behandeling 5    | 15               | 4              | 2             |
| Behandeling 6    | 13               | 2              | 2             |
| Behandeling 7    | 10               | 1              | 0             |
| Behandeling 8    | 9                | 1              | 0             |
| Behandeling 9    | 9                | 0              | 0             |
| Behandeling 10   | 9                | 0              | 0             |

---

<sup>17</sup> Zie hoofdstuk 1.3 Classificatie in acne vulgaris



Huidtype: III  
 Instelling apparaat: 35 Joule/cm<sup>2</sup>  
 Filter: geel  
 Optimum golflengte: 550 nm  
 Aantal behandelingen: 10  
 Behandelfrequentie: 1 x per week  
 Verstek laten gaan: nee  
 Voorschriften opgevolgd: ja  
 Ervaring behandeling: niet belastend of pijnlijk.  
 Bijverschijnselen: nee  
 Verloop therapie: gunstig, duidelijk afname aantal huidlaesies

## Bevindingen

Na de eerste behandeling is er een duidelijke afname te zien van het aantal comedonen, pustels en papels. Van behandeling 2 t/m behandeling 5 geeft de grafiek een grillig verloop aan. Pas na behandeling 5 zet de afname van het aantal huidlaesies door en wordt de nulgrens bereikt voor het aantal papels en pustels. Het aantal comedonen reduceert uiteindelijk tot de helft. De twee 'extra' behandelingen lijken nuttig geweest te zijn voor de verdere afname van het aantal comedonen.

### *Afname huidlaesies rug links*

|           |         |
|-----------|---------|
| Comedonen | - 50 %  |
| Pustels   | - 100 % |
| Papels    | - 100 % |

### *Afname huidlaesies rug rechts*

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 60,8 % |
| Pustels   | - 100 %  |
| Papels    | - 100 %  |

## 6.2 Resultaat patiënt 2

### Patiënt 2 (uit het patiëntenbestand van huidtherapie praktijk Delft)

Geslacht: vrouwelijk  
 Leeftijd: 26  
 Huidtype: II  
 Lokalisatie: beide wangen met een oppervlakte-eenheid van ieder  $10 \times 10$  cm = 100 cm<sup>2</sup>. Totale oppervlakte  $2 \times 100$  cm<sup>2</sup> = 200 cm<sup>2</sup>.  
 Eerdere behandelingen: manuele acne-therapie met de productlijn van Coresa.  
 Mate van acne: matige vorm van acne vulgaris.<sup>18</sup>  
 Medicatie: geen

#### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm linkerwang*

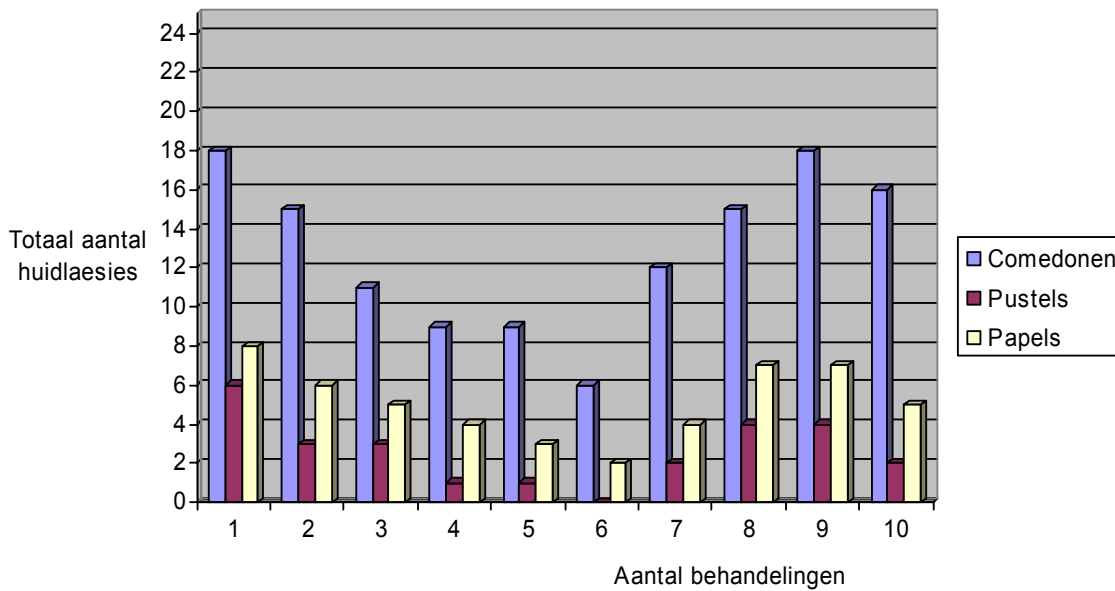
| <b>Patiënt 2</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 10               | 6              | 5             |
| Behandeling 2    | 8                | 2              | 5             |
| Behandeling 3    | 7                | 2              | 4             |
| Behandeling 4    | 6                | 0              | 3             |
| Behandeling 5    | 6                | 0              | 3             |
| Behandeling 6    | 2                | 0              | 1             |
| Behandeling 7    | 8                | 1              | 3             |
| Behandeling 8    | 9                | 2              | 4             |
| Behandeling 9    | 9                | 2              | 4             |
| Behandeling 10   | 8                | 1              | 3             |

#### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm rechterwang*

| <b>Patiënt 2</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 8                | 0              | 3             |
| Behandeling 2    | 7                | 1              | 1             |
| Behandeling 3    | 4                | 1              | 1             |
| Behandeling 4    | 3                | 1              | 1             |
| Behandeling 5    | 3                | 1              | 0             |
| Behandeling 6    | 4                | 0              | 1             |
| Behandeling 7    | 4                | 1              | 1             |
| Behandeling 8    | 6                | 2              | 3             |
| Behandeling 9    | 9                | 2              | 3             |
| Behandeling 10   | 8                | 1              | 2             |

---

<sup>18</sup> Zie hoofdstuk 1.3 Classificatie van acne vulgaris



Huidtype: II  
 Instelling apparaat: 35 Joule/cm<sup>2</sup>  
 Filter: lichtgeel  
 Optimum golflengte: 535 nm  
 Aantal behandelingen: 10  
 Behandelfrequentie: 1 x per week tot 1 x per 2 weken  
 Verstek laten gaan: ja  
 Voorschriften opgevolgd: nee  
 Ervaring behandeling: niet belastend, niet pijnlijk.  
 Bijverschijnselen: nee  
 Verloop therapie: ongunstig, na een eerste afname later weer toename aantal huidlaesies

## Bevindingen

Tot en met behandeling 5 was er een gestage afname te bespeuren in het aantal huidlaesies. Mogelijk door therapie ontrouw en andere externe factoren vermeerderden zich het aantal huidlaesies weer. Patiënte was na 10 behandeling niet papel- en pustelvrij. De patiënte meldde zich niet meer op de afgesproken tijden voor behandeling. Nieuwe pustels en papels hadden in tussentijd ruim de gelegenheid zich uit te breiden. Patiënte kon niet van haar gezicht afblijven.

### Afname huidlaesies wang links

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 20 %   |
| Pustels   | - 83,3 % |
| Papels    | - 40 %   |

### Afname huidlaesies wang rechts

|           |         |
|-----------|---------|
| Comedonen | - 0 %   |
| Pustels   | + 100 % |
| Papels    | - 33 %  |

### 6.3 Resultaat patiënt 3

#### Patiënt 3 (niet eerder onder behandeling geweest in een huidtherapie praktijk)

Geslacht: mannelijk  
Leeftijd: 19  
Huidtype: II  
Lokalisatie: beide wangen met een oppervlakte-eenheid van ieder 10 × 10 cm = 100 cm<sup>2</sup>. Totale oppervlakte 2 × 100 cm<sup>2</sup> = 200 cm<sup>2</sup>.  
Eerdere behandelingen: geen  
Mate van acne: matige vorm van acne vulgaris.<sup>19</sup>  
Medicatie: geen

##### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm linkerwang*

| <b>Patiënt 3</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 33               | 5              | 4             |
| Behandeling 2    | 27               | 4              | 2             |
| Behandeling 3    | 27               | 4              | 1             |
| Behandeling 4    | 24               | 2              | 1             |
| Behandeling 5    | 21               | 2              | 0             |
| Behandeling 6    | 22               | 1              | 2             |
| Behandeling 7    | 20               | 1              | 1             |
| Behandeling 8    | 19               | 0              | 0             |
| Behandeling 9    | 17               | 0              | 0             |
| Behandeling 10   | 16               | 0              | 0             |

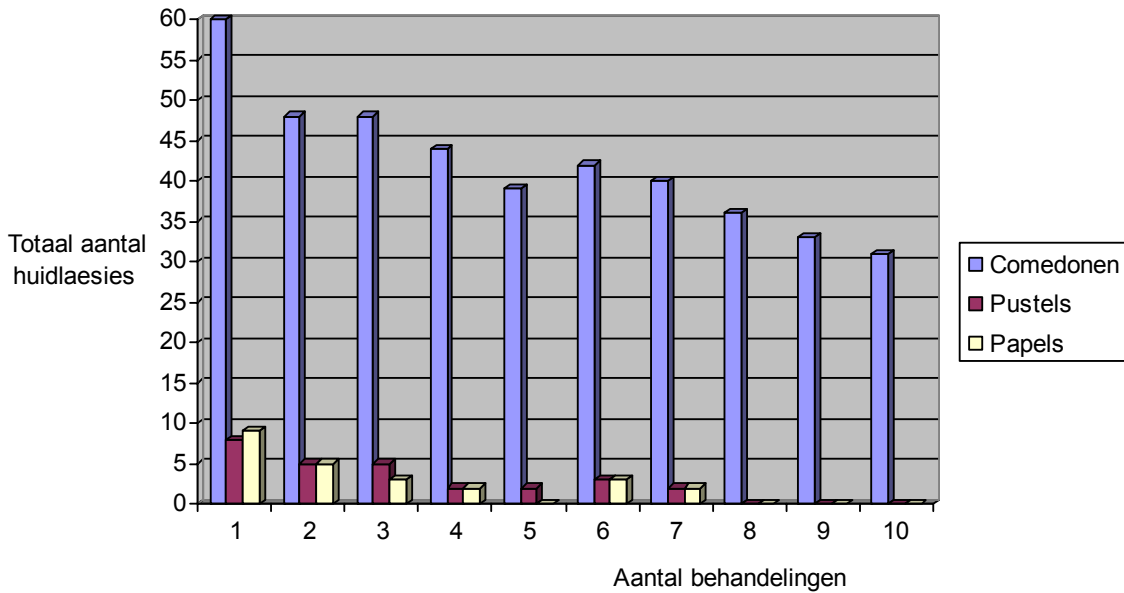
##### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm rechterwang*

| <b>Patiënt 3</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 27               | 3              | 5             |
| Behandeling 2    | 21               | 1              | 3             |
| Behandeling 3    | 21               | 1              | 2             |
| Behandeling 4    | 20               | 0              | 1             |
| Behandeling 5    | 18               | 0              | 0             |
| Behandeling 6    | 20               | 2              | 1             |
| Behandeling 7    | 20               | 1              | 1             |
| Behandeling 8    | 17               | 0              | 0             |
| Behandeling 9    | 16               | 0              | 0             |
| Behandeling 10   | 15               | 0              | 0             |

---

<sup>19</sup> Zie hoofdstuk 1.3 Classificatie van acne vulgaris

## Behandeling van acne vulgaris met het Plasmalite® apparaat



Huidtype: II  
Instelling apparaat: 35 Joule/cm<sup>2</sup>  
Filter: lichtgeel  
Optimum golflengte: 535 nm  
Aantal behandelingen: 10  
Behandelfrequentie: 1 x tot 2 x per week  
Verstek laten gaan: nee  
Voorschriften opgevolgd: ja  
Ervaring behandeling: niet belastend, niet pijnlijk.  
Bijverschijnselen: nee  
Verloop therapie: gunstig

### Bevindingen

Na een eerste afname is er van behandeling 3 t/m 7 een stabilisatie in de afname van het aantal huidlaesies te zien, daarna afname van het aantal papels en pustels tot 0. Het aantal comedonen reduceert tot ongeveer de helft.

Bij behandeling 6 is er een kleine toename van het aantal laesies zichtbaar. Patiënt heeft aangegeven dat hij stress ondervindt door het doen van examens, korte nachtrust heeft gehad en niet voldoende gezond voedsel tot zich heeft genomen.

De twee 'extra' behandelingen lijken nuttig geweest te zijn voor de verdere afname van het aantal comedonen.

#### Afname huidlaesies wang links

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 51,5 % |
| Pustels   | - 100 %  |
| Papels    | - 100 %  |

#### Afname huidlaesies wang rechts

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 44,4 % |
| Pustels   | - 100 %  |
| Papels    | - 100 %  |

## 6.4 Resultaat patiënt 4

### Patiënt 4 (niet eerder onder behandeling geweest in een huidtherapie praktijk)

Geslacht: vrouwelijk  
Leeftijd: 17  
Huidtype: II  
Lokalisatie: beide wangen met een oppervlakte-eenheid van ieder  $10 \times 10$  cm = 100 cm<sup>2</sup>. Totale oppervlakte  $2 \times 100$  cm<sup>2</sup> = 200 cm<sup>2</sup>.  
Eerdere behandelingen: geen  
Mate van acne: lichte vorm van acne vulgaris.<sup>20</sup>  
Medicatie: geen

#### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm linkerwang*

| <b>Patiënt 4</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 15               | 1              | 3             |
| Behandeling 2    | 12               | 2              | 1             |
| Behandeling 3    | 12               | 1              | 2             |
| Behandeling 4    | 11               | 1              | 1             |
| Behandeling 5    | 11               | 0              | 0             |
| Behandeling 6    | 9                | 0              | 0             |
| Behandeling 7    | 9                | 0              | 0             |
| Behandeling 8    | 9                | 1              | 0             |
| Behandeling 9    | 9                | 0              | 0             |
| Behandeling 10   | 8                | 0              | 0             |

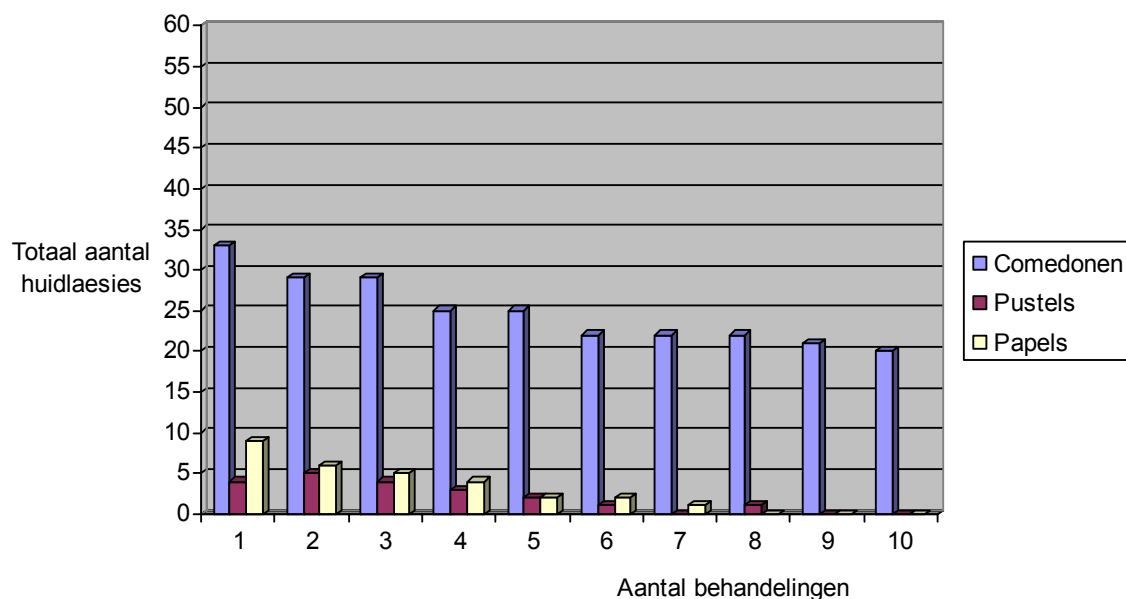
#### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm rechterwang*

| <b>Patiënt 4</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 18               | 3              | 6             |
| Behandeling 2    | 17               | 3              | 5             |
| Behandeling 3    | 17               | 3              | 3             |
| Behandeling 4    | 14               | 2              | 3             |
| Behandeling 5    | 14               | 2              | 2             |
| Behandeling 6    | 13               | 1              | 2             |
| Behandeling 7    | 13               | 0              | 1             |
| Behandeling 8    | 13               | 0              | 0             |
| Behandeling 9    | 12               | 0              | 0             |
| Behandeling 10   | 12               | 0              | 0             |

---

<sup>20</sup> Zie hoofdstuk 1.3 Classificatie van acne vulgaris

## Behandeling van acne vulgaris met het Plasmalite® apparaat



Huidtype: II  
Instelling apparaat: 35 Joule/cm<sup>2</sup>  
Filter: lichtgeel  
Optimum golflengte: 535 nm  
Aantal behandelingen: 10  
Behandelfrequentie: 1 x tot 2 x per week  
Verstek laten gaan: nee  
Voorschriften opgevolgd: ja  
Ervaring behandeling: niet belastend, niet pijnlijk.  
Bijverschijnselen: nee  
Verloop therapie: gunstig

### Bevindingen

Na behandeling 1 is een doorzettende maar niet spectaculaire afname van het aantal huidlaesies zichtbaar. Patiënte is na 10 behandelingen papel- en pustelvrij. Het aantal comedonen reduceerden tot iets meer dan de helft. Patiënte heeft aangegeven dat tijdens haar menstruatie haar huid onrustiger werd en er meer laesies ontstonden. De twee 'extra' behandelingen lijken nuttig geweest te zijn voor de behandeling van de comedonen.

#### Afname huidlaesies wang links

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 46,7 % |
| Pustels   | - 100 %  |
| Papels    | - 100 %  |

#### Afname huidlaesies wang rechts

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 33,3 % |
| Pustels   | - 100 %  |
| Papels    | - 100 %  |

## 6.5 Resultaat patiënt 5

### Patiënt 5 (uit het patiëntenbestand van huidtherapie praktijk Delft)

Geslacht: mannelijk  
Leeftijd: 15  
Huidtype: II  
Lokalisatie: beide wangen met een oppervlakte-eenheid van ieder 10  
10 cm = 100 cm<sup>2</sup>. Totale oppervlakte 2 × 100 cm<sup>2</sup> = 200 cm<sup>2</sup>.  
Eerdere behandelingen: manuele acne-therapie met de productlijn van Coresa.  
Mate van acne: ernstige vorm van acne vulgaris.<sup>21</sup>  
Medicatie: geen

#### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm linkervang*

| <b>Patiënt 5</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 21               | 14             | 5             |
| Behandeling 2    | 19               | 10             | 4             |
| Behandeling 3    | 10               | 0              | 3             |
| Behandeling 4    | 9                | 4              | 0             |
| Behandeling 5    | 6                | 1              | 0             |

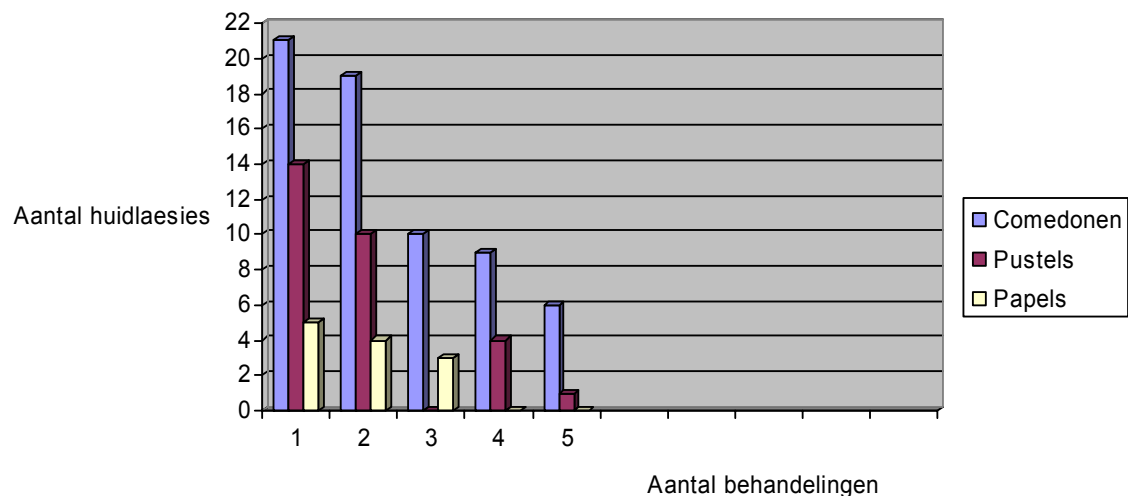
#### *Oppervlakte-eenheid 10×10 cm rechtervang*

| <b>Patiënt 5</b> | <b>Comedonen</b> | <b>Pustels</b> | <b>Papels</b> |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Behandeling 1    | 19               | 5              | 7             |
| Behandeling 2    | 14               | 3              | 2             |
| Behandeling 3    | 12               | 2              | 3             |
| Behandeling 4    | 15               | 6              | 6             |
| Behandeling 5    | 7                | 3              | 0             |

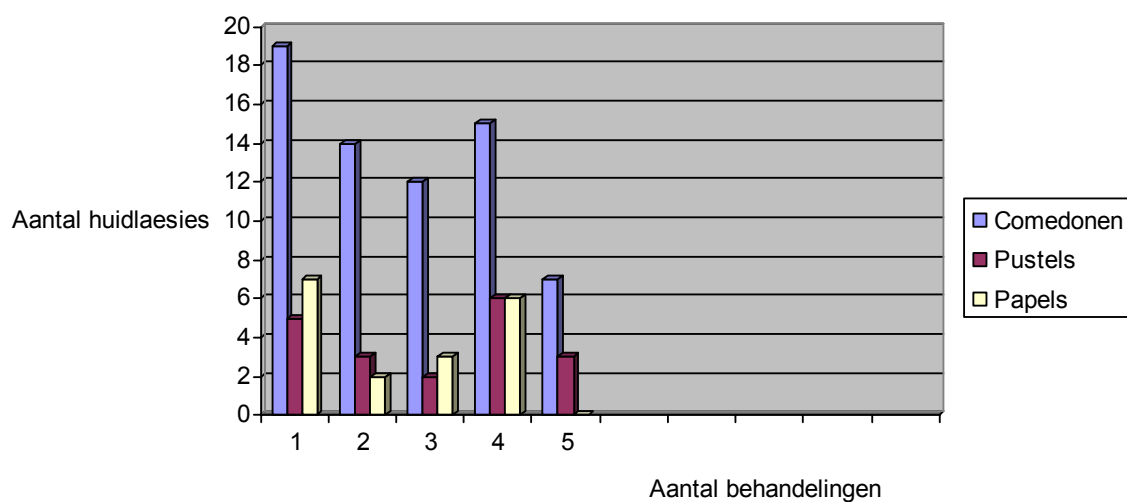
---

<sup>21</sup> Zie hoofdstuk 1.3 Classificatie van acne vulgaris

Linkerwang



Rechterwang



|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| Huidtype:                | II                                                |
| Instelling apparaat:     | 33 Joule/cm <sup>2</sup>                          |
| Filter:                  | lichtgeel                                         |
| Optimum golflengte:      | 535 nm                                            |
| Aantal behandelingen:    | 10                                                |
| Behandelfrequentie:      | afwisselend linker en rechterwang 1 x per 2 weken |
| Verstek laten gaan:      | nee                                               |
| Voorschriften opgevolgd: | nee                                               |
| Ervaring behandeling:    | zeer belastend, zeer pijnlijk.                    |
| Bijverschijnselen:       | nee                                               |
| Verloop therapie:        | gunstig                                           |

## Bevindingen

Bij deze patiënt was gelijktijdige behandeling van de rechter- en linkerwang vanwege pijnklachten niet mogelijk. In afwijking van het standaard behandelingschema is daarom gekozen voor een behandeling van 1 x per 14 dagen voor elke wang afzonderlijk. Ook werd de behandeling met een lagere energie afgifte uitgevoerd namelijk 33 Joule/cm<sup>2</sup>. Patiënt was na 5 sessies per wang wel papelvrij, maar niet pustelvrij. Ook waren nog comedonen aanwezig.

Patiënt klaagde over een verminderde weerstand, invloed van stress en vermoeidheid. Ook heeft de patiënt aangegeven aan de gelaatshuid te hebben gezeten.

N.B. De resultaten van deze patiënt zijn niet meegenomen in het eindresultaat van ons praktijkonderzoek.

### *Afname aantal laesies linkerwang*

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 71,4 % |
| Pustels   | - 92,8 % |
| Papels    | - 100 %  |

### *Afname aantal laesies rechterwang*

|           |          |
|-----------|----------|
| Comedonen | - 63,2 % |
| Pustels   | - 40 %   |
| Papels    | - 100 %  |

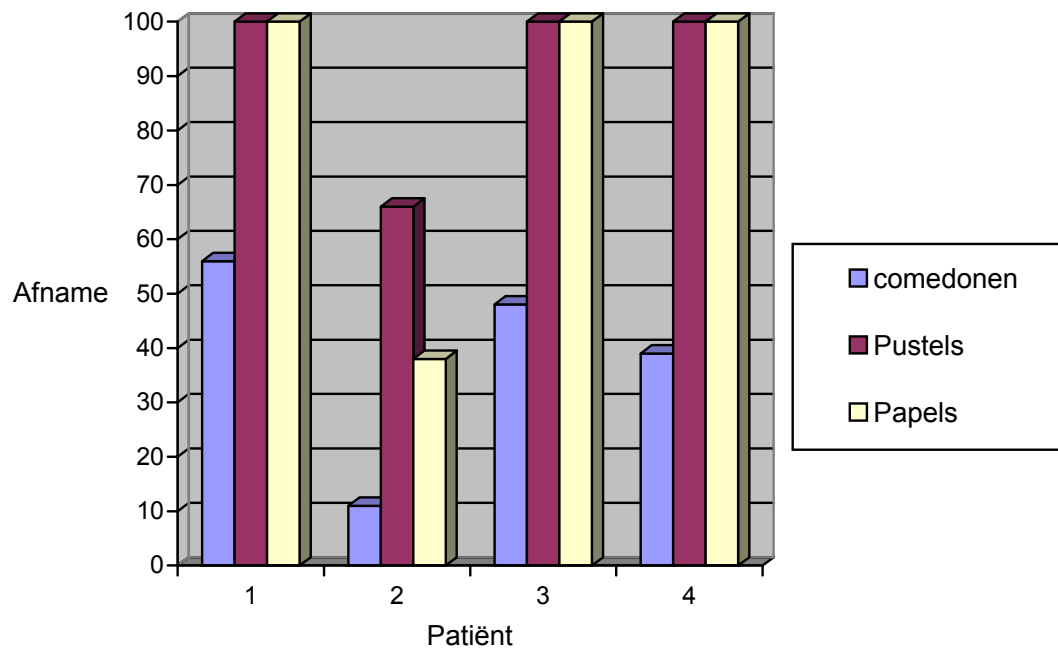
## 6.6 Gemiddelde procentuele afname aantal huidlaesies per patiënt

### *Gemiddelde afname aantal huidlaesies per patiënt in %*

|           | comedonen | pustels | papels |
|-----------|-----------|---------|--------|
| patiënt 1 | - 56      | - 100   | - 100  |
| patiënt 2 | - 11      | - 66    | - 38   |
| patiënt3  | - 48      | - 100   | - 100  |
| patiënt4  | - 39      | - 100   | - 100  |

Omdat patiënt 5 een afwijkende behandeling heeft ondergaan en er dus van vergelijkbare bevindingen geen sprake is zijn de gegevens van patiënt 5 niet verwerkt in de eindresultaten. Dit is uitgelegd in hoofdstuk 6.2.

### Gemiddelde afname aantal huidlaesies per patiënt in %

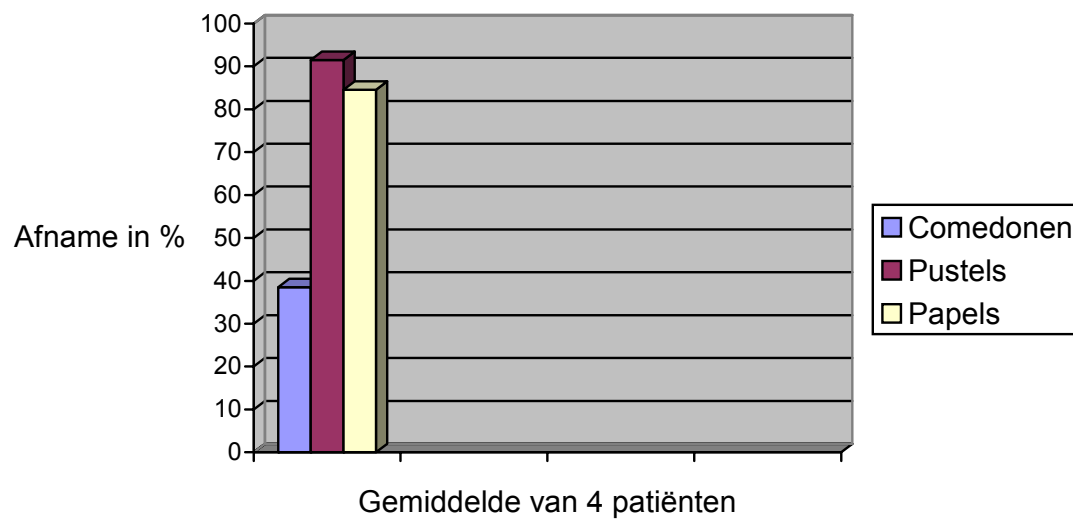


## 6.7 Totaal gemiddelde afname aantal huidlaesies van alle (4) patiënten

### *Totaal gemiddelde afname aantal huidlaesies na de behandeling in %*

|           |   |        |
|-----------|---|--------|
| Comedonen | - | 38.5 % |
| Pustels   | - | 91,5 % |
| Papels    | - | 84.5 % |

Totaal gemiddelde afname aantal huidlaesies in % van alle 4 patiënten



# HOOFDSTUK 7

## Conclusie en aanbeveling

## HOOFDSTUK 7

## CONCLUSIE EN AANBEVELING

### 7.1 Conclusie

In dit afstudeerwerkstuk van de studierichting huidtherapie aan de Hogeschool van Utrecht is een praktijkonderzoek en literatuuronderzoek beschreven, met als probleemstelling:

**“Kan bij de behandeling van acne vulgaris een Plasmalite® apparaat worden ingezet?”**

*De subvragen van het praktijkonderzoek waren:*

- *Is het Plasmalite® apparaat in praktijk een optie bij de behandeling van acne vulgaris?*
- *Kan deze behandeling mogelijk een alternatief bieden aan patiënten die niet voor andere behandelmethode in aanmerking willen of kunnen komen?*

Resumerend kan de stand van zaken na ons onderzoek als volgt worden weergegeven:

1. Het praktijkonderzoek omvatte 5 patiënten, dit aantal is te klein om te komen tot een gefundeerd antwoord op de vraagstelling
2. Niet alle behandelingen konden volgens dezelfde standaard worden uitgevoerd: vanwege pijnsensaties werd patiënt 5 slechts 5 maal behandeld in plaats van 10 maal. De resultaten van patiënt 5 konden om deze reden niet worden meegenomen in de eindresultaten
3. Van een vergelijkend wetenschappelijk onderzoek kan niet worden gesproken
4. De onderzoeksresultaten waren deels afhankelijk van de inzet van de patiënten. Niet alle patiënten waren therapietrouw, niet alle patiënten hielden zich aan de voorschriften
5. Externe factoren zoals stress, verandering van medicatie, pijn en ongewenste manipulatie van de huid kunnen een niet-meetbare rol spelen bij de behandeling
6. De afname van het aantal papels en pustels was in 3 van de 5 gevallen optimaal en reduceerde tot nul. Gemiddeld werd een afname van het aantal pustels gezien van 91,5% en een afname van het aantal papels met 84,5%
7. De gemiddelde afname van het aantal comedonen bedroeg 38,5%, een reductie tot nul werd bij geen enkele patiënt bereikt
8. Uit de grafieken van ons praktijkonderzoek kan worden afgeleid dat de behandeling met het Plasmalite apparaat bij 4 van de 5 patiënten positieve resultaten had
9. Een wetenschappelijk onderbouwde theorie voor de afname van papels en pustels bij blootstelling aan rood licht ontbreekt. Factoren die mogelijk een rol spelen zijn stimulatie van cytokinen door macrofagen, het thermische effect en de grotere penetratiediepte in de huid
10. Uit literatuuronderzoek is gebleken dat alleen de in papels en pustels aanwezige porfyrienen fotosensibel zijn voor blauw licht

De subvragen van het praktijkonderzoek waren:

1. Is het Plasmalite® apparaat in praktijk een optie bij de behandeling van acne vulgaris?
2. Kan deze behandeling mogelijk een alternatief bieden aan patiënten die niet voor andere behandelmethoden in aanmerking willen of kunnen komen?

Ad 1

- Uit het praktijkonderzoek is naar voren gekomen dat na 10 behandelingen bij 3 van de 5 patiënten een reductie van het aantal papels en pustels tot nul bereikt werd.
- In alle gevallen was er reeds na 1 behandeling een duidelijke afname van het aantal huidlaesies zichtbaar
- Het aantal comedonen verminderde gemiddeld met 38.5%, het aantal pustels verminderde gemiddeld met 91,5% en het aantal papels verminderde gemiddeld met 84.5%
- De invloed van therapietrouw, het zich houden aan de voorschriften en andere externe factoren van mogelijke betekenis konden niet worden ingecalculeerd
- Voor bevestiging van de vraag of het Plasmalite® apparaat in praktijk een optie is bij de behandeling van acne vulgaris hebben wij geen sluitende wetenschappelijke onderbouwing gevonden
- Het Plasmalite® apparaat lijkt in praktijk een goede optie bij de behandeling van acne vulgaris, verder onderzoek is nodig
- 

Ad 2

- De behandeling is over het algemeen niet belastend
- De behandeling geeft snelle resultaten
- De vraag of de Plasmalite behandeling mogelijk een alternatief kan bieden aan patiënten die niet voor andere behandelmethoden in aanmerking willen of kunnen komen lijkt positief beantwoord te kunnen worden
- Omdat wij geen vergelijkend wetenschappelijk onderzoek hebben gedaan kunnen wij niet beoordelen of andere methoden tot meer succes zouden hebben geleid
- Uit wetenschappelijke onderzoek is naar voren gekomen dat een combinatie van blauw licht (415 nm) en rood licht (660 nm) de grootste afname van het aantal huidlaesies teweegbrengt<sup>22</sup>. Deze behandelmethode wordt niet in de huidtherapie praktijk toegepast

---

<sup>22</sup> (Papageorgiou, P, Katsambas, A, Chu, A (2000) *British Journal of Dermatology*, issue 142, pagina 973-978)

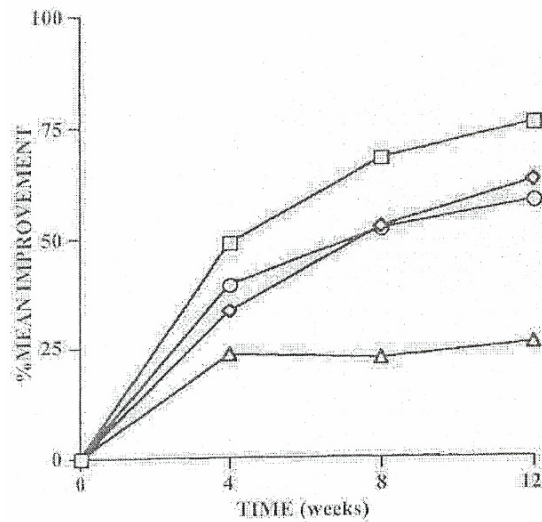


Figure 1. Inflammatory spot counts. □, Blue-red light; ◇, blue light; ○, benzoyl peroxide; △, white light.

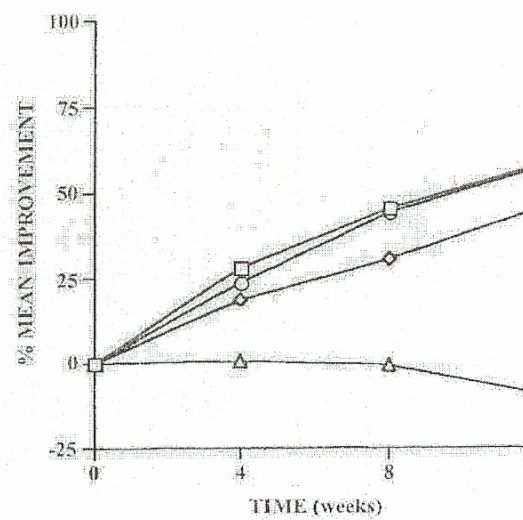


Figure 2. Comedone counts. □, Blue-red light; ◇, blue light; benzoyl peroxide; △, white light.

Bovenstaande bevindingen en overwegingen in aanmerking genomen luidt ons antwoord op de vraagstelling:

**“Kan bij de behandeling van acne vulgaris een Plasmalite® apparaat worden ingezet?”**

Wij hebben proefondervindelijk resultaten geboekt die in een positieve richting wijzen maar wij konden voor deze resultaten vooralsnog geen sluitende wetenschappelijke onderbouwing vinden. Het is dus de vraag welke betekenis we aan de uitkomsten van ons praktijkonderzoek kunnen toekennen. Om juiste conclusies te kunnen trekken is verder wetenschappelijk onderzoek vereist.

Ondanks dat wij niet tot een wetenschappelijk gefundeerd antwoord op onze vraagstelling konden komen vonden wij het zeer bijzonder en uiterst waardevol ons in deze materie te verdiepen. Ons huidtherapeutisch inzicht heeft zich sterk verbreed. Niet in de laatste plaats zijn wij zeer gelukkig met het feit dat wij onze welwillende patiënten een zichtbare reductie van hun huidlaesies hebben kunnen bezorgen.

### Slotconclusie

- Positieve praktijkervaring bij therapietrouw
- Snelle resultaten
- Meeste resultaat bij papels en pustels
- Weinig belastend
- Weinig tot geen bijverschijnselen
- Geen onderbouwing uit wetenschappelijke onderzoek
- Er is geen follow-up geweest, waardoor over het effect van de behandeling op langere termijn niets te zeggen is

## **7.2 Aanbeveling**

Gezien onze gemiddeld positieve praktijkervaringen denken wij patiënten met acne vulgaris van dienst te kunnen zijn met de rood lichtbehandeling van het Plasmalite apparaat. Mocht deze behandeling in praktijk niet het gewenste resultaat opleveren dan zullen wij onze patiënten informeren over andere behandelmethoden en hen eventueel doorverwijzen naar een dermatoloog.

- Patiënten moeten gewezen worden op hun rol bij het slagen van de therapie (therapietrouw en naleven van de regels)
- Maandelijkse controle en bestraling is misschien nodig om het positieve resultaat te continueren

# LITERATUURLIJST

## LITERATUURLIJST

- Ashkenazi, H, Malik, Z, Harth, Y, Nitzan, Y. (2003) FEMS Immunology and Medical Microbiology, volume 35, issue 1, pagina 17-24.
- Bijlage blok A1 huidtherapie (2001) Hogeschool van Utrecht faculteit Gezondheidszorg.
- Bour, Drs H. (2004-2005) Handleiding Afstudeerproject Huidtherapie, Hogeschool van Utrecht.
- Burgerhout, dr. W.G, Mook, dr. G.A, de Morree, dr. J.J, Zijlstra, dr. W.G. (2001) derde herziende druk, Fysiologie Leerboek voor paramedische opleidingen, Elsevier gezondheidszorg, Maarssen.
- Coêlho (2000) 26ste geheel herziende druk, Zakwoordenboek der Geneeskunde, Elsevier, PBNA.
- Elman, M., Slatkine, M, Yoram, H. (2003) Journal of Cosmetic & Laser Therapy, volume 5, pagina 111-116.
- Handboek Plasmalite® apparaat.
- Holland, K.T, Aldana, O, Bojar, R.A, Cunliffe, W.J, Eady, E.A, Holland, D.B, Ingham, E, McGeown, C, Till, A, Walters, C. (1998) Dermatology, volume 196, pagina 67-68.
- Kawada, A, Aragane, Y, Kameyama, H, Sangen, Y, Tezuka, T (2002) Journal of Dermatological Science, volume 30, issue 2, pagina 129-135.
- Krutmann, J, Hönigsmann, H, Elmets, C. A, Bergstresser, P.R. (Eds) (2001) Dermatological Phototherapy and Photodiagnostic Methods, hoofdstuk 11.
- Kurwa, H.A, Barlow, R.J (1999) Clinical and Experimental Dermatology, volume 24, pagina 143-148.
- Lask, G, Lowe, N.J, Goldberg, D.J. (2004) Journal of Cosmetic & Laser Therapy, volume 6, number 2.
- Papageorgiou, P, Katsambas, A, Chu, A. (2000) British Journal of Dermatology, volume 142, bladzijde 973-978.
- Sigurdsson, V, Knulst, A.C, van Weelden, H (1997) Dermatology, volume 194, pagina 256-260.
- Van Vloten, Dr. W.A, Degreef, Dr. H.J, Stolz, Dr. E, Vermeer, Dr. B.J, Willemze, Dr. R. (2000) derde herziende druk, Dermatologie en Venereologie, Elsevier gezondheidszorg, Maarssen.
- Verschuren, Dr. G.M, Drs. de Bruin, H, Halsema, M.W. (1996) eerste druk, zevende oplage, Grondslagen van de biologie deel 1 Cellen. Eduactieve partners Nederland bv, Houten.

# **LITERATUURLIJST GEBRUIKTE WEBSITES**

## LITERATUURLIJST GEBRUIKTE WEBSITES

- <http://home.planet.nl/~timlin/art07.htm>
- <http://home.wxs.nl/~timlin/art08.html>
- <http://home2scarlet.be/par2439/images/grafische%20voorstelling%20golflengte.gif>
- <http://www.geneesmiddelenbulletin.nl/1999/mei/hfd9905.htm>
- <http://www.homepages.hetnet.nl/~b1beukema/porfirieen.html>
- [http://www.hputest.nl/wat\\_is\\_porfyrie.htm](http://www.hputest.nl/wat_is_porfyrie.htm))(<http://www.homepages.hetnet.nl/~b1beukema/porfirieen.html>
- <http://www.mohr-i.nl/~andre/hemoglobine.html>
- <http://www.pidpa.be/nl/water/images/Spectrum.jp>
- [http://www.vcbio.science.ru.nl/images/fesem\\_porphyrin\\_dodecamer\\_ned.gif](http://www.vcbio.science.ru.nl/images/fesem_porphyrin_dodecamer_ned.gif)
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Polymeer>
- <http://www.world.altavista.com/tr>
- <http://www.medicalbiocare.se/>
- <http://www.plasmalite.com/html/corporate.htm>
- [http://www.medicalbiocare.se/pdf/MorganG\\_Patent\\_WO9115264.pdf](http://www.medicalbiocare.se/pdf/MorganG_Patent_WO9115264.pdf)
- <http://www.roche.nl/ziektebeeld/acne/oorzaak.htm>

# BIJLAGE I

## BIJLAGE I

### Informatiebrief voor de patiënten

#### **De rol van gepulseerd licht en thermische energie in acnebehandeling:**

Rood licht zou mogelijk een ontstekingsremmende werking kunnen hebben door het vrijkomen van cytokinen van macrofagen. De macrofagen zijn "vreetcellen". Bij een besmetting kunnen gewone weefselcellen die door virussen en bacteriën worden aangevallen, dit kenbaar maken door productie van signaalstoffen voor immuuncellen. Macrofagen zijn voor deze signaalstoffen gevoelig.

#### **Effect:**

De acne wordt behandeld met het lichtflitsapparaat. De door rood licht gestimuleerde macrofagen, zorgen voor het vrijkomen van cytokinen. Cytokinen stimuleren fibroblasten proliferatie en de productie van groeifactoren. Hierdoor ontstaat invloed op het ontstekingsproces, genezing en wondheling. De macrofagen 'eten' uiteindelijk de overgebleven bacterieresten op.

Rood licht brengt warmte teweeg in de huid, wat mogelijk zorgt voor vaatverwijding en een betere doorbloeding (goede aanvoer van macrofagen).

Doordat de huid niet geopend wordt zoals bij een normale acne behandeling met de Coresa producten, is er minder kans op bacteriële infecties. Het gevolg is vermindering van de acne. Deze behandeling is niet schadelijk voor de huid en er zijn geen bijverschijnselen bekend, ook niet op langere termijn. Er zijn wetenschappelijke onderzoeken naar gedaan en de behandeling wordt al gebruikt in Nederland, waarbij positieve resultaten behaald zijn.

**Start van de behandelingen:** in februari 2005

**Aantal behandelingen:** maximaal 10, afhankelijk van het resultaat na een aantal behandelingen.

**Behandelfrequentie:** 1 tot 2 keer in de week

**Duur van de behandeling:** 30 minuten

**Kosten:** er zijn geen kosten aan verbonden.

#### **Advies:**

Indien u acneproducten gebruikt (producten van Akmicare) kunt u deze blijven gebruiken tijdens de behandelingen met het lichtflitsapparaat.

#### **Leefregels:**

- U mag 6 weken voor, tijdens en na de behandelingen niet in de zon of onder de zonnebank en geen zelfbruiningsproducten gebruiken, dit in verband met het optreden van pigmentstoornissen in combinatie met zonlicht.
- Indien u medicatie gebruikt, dient u deze bij de eerste afspraak mee te brengen. Zo kunnen we vaststellen of u medicatie gebruikt die lichtovergevoeligheid veroorzaakt.
- Het is verboden om 2 uur voor de behandeling te roken of alcohol te gebruiken. Het beste is om op de te behandelen dag niet te roken of alcohol te nuttigen. Dit heeft namelijk invloed op de verwijding en vernauwing van de bloedvaatjes en heeft daarom een negatieve invloed op de behandeling.
- Tijdens de behandelperiode wordt geadviseerd, in het belang van de behandeling, om een sunblock factor 35 te gebruiken. Dit beleid geldt eigenlijk het hele jaar door, ook in de winter, omdat UV stralen dan ook op de huid komen. (Sunblock factor 35 is verkrijgbaar in de praktijk voor € 17,-)

Voor de verwerking van de onderzoeksgegevens maken wij gebruik van fotomateriaal, wij maken bij het begin van de behandeling een foto om de resultaten te vergelijken. Bij de

verwerking van de gegevens zullen wij de ogen afdekken met een zwarte balk en wij zullen geen persoonlijke gegevens noteren. Het onderzoek wordt anoniem uitgevoerd.

# BIJLAGE II

## BIJLAGE II

### Behandelkaart

#### Personalia

Naam, voorletters:

Adres:

Postcode en woonplaats:

Telefoonnummer overdag:

Geboortedatum:

Huisarts:

Verwijzer:

Verzekerd bij:

Verzekeringsnummer:

.....

#### Anamnese, algemeen

Diagnose:

Oorzaak en beloop tot nu toe:

Medicatie:

Allergieën:

Eerdere behandelingen:

Inspectie:

Palpatie:

**Behandeling 1:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 2:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 3:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 4:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 5:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 6:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 7:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 8:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

**Behandeling 9:**

Filter:  
Output:  
Aantal flitsen:  
Huidreactie:

# BIJLAGE III

## BIJLAGE III

### Anamnese specifiek

Lokatie huidbehandeling:

Huidtype:

Haarkleur:

- ❖ Gebruikt u medicijnen?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  - ☐ Welke medicatie:
  
- ❖ Slikt u regelmatig pijnstillers, paracetamol/aspirientjes?
  - ☐ Ja,.....
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u diabetes, epilepsie of hartklachten of draagt u een pacemaker?
  - ☐ Ja,.....
  - ☐ Nee, geen van allen
  
- ❖ Heeft u bloed- of stollingsziekten?
  - ☐ Ja,... ..
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u een immuunziekte, infectieziekte of een ontsteking?
  - ☐ Ja,... ..
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u allergieën, lichtovergevoeligheidsreacties?
  - ☐ Ja,... ..
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u een zwangerschapswens?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u (bij)nierproblemen?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  
- ❖ Bent u besmet met HIV/geslachtsziekte?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee

- ❖ Gebruikt u vitaminepreparaten/homeopathische middelen?
  - ☐ Ja,... ...
  - ☐ Nee
  
- ❖ Bent u een zoonanbidder/gaat u regelmatig onder de zonnebank?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u hormonale afwijkingen?
  - ☐ Ja,... ...
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u tumoren (melanoom) gehad in de geschiedenis?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  
- ❖ Heeft u siliconen of implantaten in het lichaam/permanente make-up?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  
- ❖ Ondergaat u behandelingen die de huid gevoeliger maken zoals harsen?
  - ☐ Ja
  - ☐ Nee
  
- ❖ Wanneer was u voor het laatste in de zon?  
Datum:

# BIJLAGE IV

## BIJLAGE IV

### Contra-indicaties Plasmalite® apparaat

Contra-indicaties zijn factoren, waardoor men voorzichtiger moet behandelen of zelfs helemaal van behandeling af moet zien. Dit kunnen ziekten of aandoeningen zijn, maar er bestaan ook diverse stoffen, die de huid gevoeliger maken voor licht. Deze stoffen worden fotosensibiliserend genoemd.

#### *Ziekten en aandoeningen*

- |                                         |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Auto-immuunziekten;                   | niet behandelen.                                                                                                                                                                  |
| - Allergieën                            |                                                                                                                                                                                   |
| - Bloedstollingsstoornissen;            | vraag om verklaring behandelend arts.                                                                                                                                             |
| - Diabetes;                             | vraag om verklaring behandelend arts.                                                                                                                                             |
| - Eczeem;                               | de aandoening kan tijdelijk veranderen, bij vochtafscheiding niet behandelen.                                                                                                     |
| - Epilepsie;                            | niet behandelen, omdat door lichtflitsen toevallen veroorzaakt kunnen worden.                                                                                                     |
| - Hart- en vaatziekten;                 | vraag om verklaring behandelend arts.                                                                                                                                             |
| - Herpes simplex/zoster;                | bij vochtafscheiding niet behandelen                                                                                                                                              |
| - Huidtumoren;                          | niet behandelen.                                                                                                                                                                  |
| - Hepatitis B                           |                                                                                                                                                                                   |
| - Hormonale afwijkingen                 |                                                                                                                                                                                   |
| - Lichtovergevoeligheid;                | test op een lage stand, daarna opbouwen                                                                                                                                           |
| - Naevus                                |                                                                                                                                                                                   |
| - Ontstekingen;                         | open wonden niet behandelen, en er bedacht op zijn dat een ontsteking vocht bevat, waar warmteontwikkeling zal plaatsvinden. Hier dus beginnen met een lagere energie-instelling. |
| - Oedeem                                |                                                                                                                                                                                   |
| - Pacemaker;                            | in elk geval deze zone niet behandelen.                                                                                                                                           |
| - Psoriasis;                            | de aandoening kan tijdelijk verergeren.                                                                                                                                           |
| - Siliconen implantaten                 |                                                                                                                                                                                   |
| - Varices/varicoses                     |                                                                                                                                                                                   |
| - Tumoren in de geschiedenis (melanoom) |                                                                                                                                                                                   |

#### *Algemene contra-indicaties*

- |                          |                                        |
|--------------------------|----------------------------------------|
| - Donkere moedervlekken; | afdekken of inkleuren met wit potlood. |
| - Permanent make-up;     | afdekken of inkleuren met wit potlood. |
| - Tatoeages;             | afdekken of inkleuren met wit potlood. |
| - Zwangerschap;          | niet behandelen.                       |

*Fotosensibiliserende stoffen*

- Koolteer en derivaten (anthraceen)
- Para-aminobezoëzuur (in zonnebeschermingsmiddelen)
- Parfumstoffen (musk, muskusolie, bergamot, ambrette)
- Psoralenen (in bruiningsversnellers)

*Plantaardige producten*

Plantaardige producten, die de huid gevoeliger maken voor licht, zijn hier voor de volledigheid opgenomen. Van deze producten is St. Janskruid de enige om echt rekening mee te houden.

- berenklauw
- citroen
- dille
- duizendblad
- engelwortel
- peterselie
- selderij
- St. Janskruid
- vijgen
- wijnruit

*Medicijnen*

Er zijn veel medicijnen die fotosensibiliserend zijn. Het is niet mogelijk om ze allemaal op te sommen. Medicijnen, die zeer fotosensibiliserend zijn, zijn door de apotheek voorzien van een etiket 'vermijd uv-lampen en fel zonlicht'. Bij het eerste consult wordt aan de patiënt gevraagd om de medicatie die zij gebruiken, mee te nemen. Aan de hand daarvan kan er beoordeeld worden of zij fotosensibiliserend zijn.

Van een aantal medicijnen is bekend dat ze voor een chronische lichtovergevoeligheid kunnen zorgen. Dit zijn;

- nalidixinezuur
- sulfonamiden
- tetracyclinen
- promethazine
- furosemide
- fenothiazinen

# BIJLAGE V

**BIJLAGE V****PROPIONIBACTERIUM ACNES**

*Propionibacterium* behoort tot de normale flora van de huid, maar wordt ook in het maag-darmkanaal, bovenste luchtwegen en urinewegen gevonden. Zij wordt in het laboratorium niet zelden als verontreiniger gevonden. *P. acnes* en *P. granulosum* worden het meest geïsoleerd, bijvoorbeeld uit het bloed. Dit kan een verontreiniging zijn indien de huid niet goed werd ontsmet. Ze zijn soms ook bij infecties betrokken. *P. acnes* zou een rol spelen bij acne. Ook bij infecties die voorkomen op hartklepprothesen en op kunststofmateriaal, aangebracht in patiënten met een hydrocefalus (Spitz-Holter-drain) of kunstgewrichten wordt *P. acnes* soms geïsoleerd. Dit kan aanleiding geven tot osteomyelitis, sepsis, endocarditis en meningitis.

De bacterie is anaëroob tot facultatief anaëroob. Morfologisch vindt men polymorfe Gram-positieve staven die op *Actinomyces* en de *Bifidobacteria* lijken: zij zijn difteroïd, knotsvormig of draadvormig. Op bloedagar ziet men kleine, bolronde, ondoorschijnende kolonies met gladde rand, soms  $\beta$ -hemolytisch.

*Propionibacteria* zijn meestal katalase positief, nadat de kolonies eerst 30 minuten aan de lucht zijn blootgesteld. *P. acnes* vormt indol, hydroliseert gelatine, reduceert nitraat en gebruikt glucose, fructose, galactose, mantose en meestal glycerol.

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Eskuline        | -               |
| Glucose         | + <sup>ZW</sup> |
| Lactose         | -               |
| Maltose         | -               |
| Mannitol        | V               |
| Mannose         | + <sup>-</sup>  |
| Galactose       | + <sup>-</sup>  |
| Glycerol        | V               |
| Gelatinase      | +               |
| Indol           | + <sup>-</sup>  |
| Nitraatreductie | + <sup>-</sup>  |
| Katalase        | + <sup>-</sup>  |

+ = 90% van de stammen positief.

- = 90 % van de stammen negatief.

V = variabele reactie, 11-89% van de stammen positief.

+<sup>ZW</sup> = meeste stammen positief, sommige zwak positief.

+<sup>-</sup> = Meerderheid positief, sommige negatief.

# BIJLAGE VI

## BIJLAGE VI

### HAEMSYNTHESE

De haemsynthese vindt plaats in alle humane cellen die een kern hebben, de belangrijkste bronnen zijn het beenmerg en de lever. Haem is een ijzergebonden molecuul dat essentieel is voor een goede functie van tal van eiwitten zoals hemoglobine voor het zuurstoftransport.

Bij de biosynthese van haem zijn acht enzymen betrokken. Vijf ervan produceren tussenproducten, die we aanduiden als porfyrinogenen. Sommige porfyrinogenen kunnen aan de intracellulaire synthese ontsnappen en worden door andere cellulaire processen geoxideerd tot porfyrienen. De remming van één van de enzymen van de haemsynthese zal leiden tot de ophoping van het enzymsubstraat. Hoe sterker de remming, hoe groter de ophoping van porfyrienen.

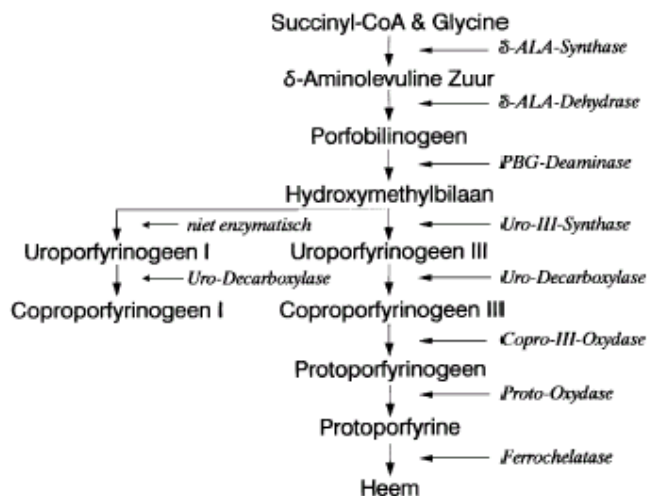
Een versnelling van de haembiosynthese, met de daarbijbehorende toename van de productie van delta-aminolevulinezuur (ALA) is een mechanisme waardoor porfyrie kan worden geïnduceerd.

Porfyrie is een groep van aandoeningen die het gevolg zijn van afwijkingen in de verschillende enzymstappen bij de aanmaak van haem.

Meestal treden porfyrie symptomen op als de stijging van de productie van ALA samengaat met de remming van één of meer van de porfyrinogene enzymen die betrokken zijn bij de haemsynthese. Toxische chemicaliën die een oxiderende werking hebben kunnen enzymen die betrokken zijn bij de haemsynthese inactiveren, putten de voorraad aan antioxidanten uit en veroorzaken oxidatieve stress die schade aan membranen, enzymen en andere structuureiwitten in de cel aanricht.

Bovendien kunnen de voorlopers van porfyrienen in een gereduceerde vorm gemakkelijk niet-enzymatisch geoxideerd worden door metalen. Het specifieke patroon aan porfyrienen en pyrrolen in de urine is indicatief voor het soort toxines waaraan de patiënt is blootgesteld. ([http://www.hputest.nl/wat\\_is\\_porfyrie.htm](http://www.hputest.nl/wat_is_porfyrie.htm))

Een overzicht van de haemsynthese wordt in onderstaand figuur weergegeven.



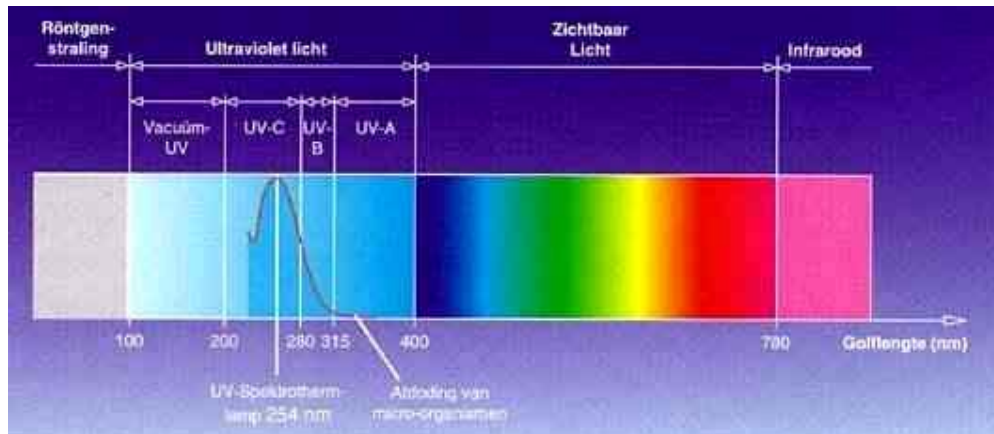
**Figuur 1.** Overzicht van de heemsynthese met de enzymen die er achtereenvolgend aan deelnemen. δ-ALA-synthase: δ-aminolevulinezuur synthase, δ-ALA-Dehydrase: δ-aminolevulinezuur dehydrase, PBG-Deaminase: porfobilinogeen-deaminase, Uro-III-Synthase: uroporphyrinogeen-III-synthase, Uro-Decarboxylase: uroporphyrinogeen decarboxylase, Copro-III-Oxydase: coproporphyrinogeen-III-oxydase, Proto-Oxydase: protoporphyrinogeen oxydase. Uroporphyrinogeen I wordt niet enzymatisch uit hydroxymethylbilaan gevormd.

(<http://www.homepages.hetnet.nl/~b1beukema/porfirieen.html>)

# BIJLAGE VII

## Bijlage VII

### Lichtspectrum



(<http://www.pidpa.be/nl/water/images/Spectrum.jpg>)