

Hyperspectral imaging als tool in de opvolging van een huid- en wekedeleninfectie

SHP Maessen*

Huid- en wekedeleninfectie

Huid- en wekedeleninfecties worden vaak aangeduid als erysipelas of cellulitis, maar het klinisch onderscheiden van deze twee aandoeningen is uitdagend (1). Beide infecties ontstaan doorgaans via een porte d'entrée (huiddefect) en veroorzaken roodheid, zwelling en pijn. Toch zijn er ook verschillen. Erysipelas, veelal veroorzaakt door de groep A-streptokokken, is meestal gelokaliseerd in de oppervlakkige huidlagen. Terwijl cellulitis, veelal verwekt door de *Staphylococcus aureus*, dieper in de huidweefsels doordringt. Toxinen die vrijkomen bij erysipelas leiden daarnaast tot systemische verschijnselen zoals algehele malaise en koorts, waarbij deze symptomen bij cellulitis alleen optreden in ernstige gevallen.

Diagnose

De klinische presentatie is veelal leidend in de diagnostiek. Aanvullend kunnen biochemische onderzoeken of indien relevant een wondkweek van waarde zijn, vooral wanneer er een vermoeden is van een specifieke, ongebruikelijke verwekker (bijvoorbeeld na een buitenlandse reis of na een dierenbeet) (1,2).

Behandeling

De behandeling van bacteriële huidinfecties bestaat doorgaans uit het toedienen van antibiotica, hetzij oraal, hetzij intraveneus, afhankelijk van de ernst van de infectie. Bij verdenking van cellulitis, doorgaans veroorzaakt door *Staphylococcus aureus*, of wanneer de klinische presentatie onvoldoende aanwijzingen geeft over het type infectie, heeft flucloxacilline de voorkeur. Dit antibioticum biedt een brede dekking tegen zowel stafylokokken als streptokokken. Wanneer een erysipelas verwacht wordt heeft penicilline de voorkeur, indien ernstige klachten eventueel gecombineerd met clindamycine. Naast antibiotische therapie is het behandelen van de porte d'entrée cruciaal, zoals een zorgvuldig debridement van avitaal weefsel, evenals compressietherapie (3-5).

Kans op recidieven

Patiënten die eerder een bacteriële huidinfectie hebben doorgemaakt, lopen een verhoogd risico op recidieven, met een kans van 1 op 8 na de eerste infectie en een jaarlijkse recidiefkans van 30% bij patiënten met eerdere infecties. Deze hoge recidiefkans kan te wijten zijn aan beschadiging van de lymfevaten door de infectie, evenals pre-existente patiëntgebonden factoren, zoals obesitas, veneuze en/of arteriële insufficiëntie. Het levenslange

gebruik van compressietherapie kan bijdragen aan het voorkomen van recidieven. In uitzonderlijke gevallen kan smalspectrum antibioticumprofylaxe nuttig zijn, mits de verwekker geen *Staphylococcus aureus* is (3).

Samenvatting

De verhoogde kans op recidieven en de variatie in antibioticabehandeling, zoals de voorkeur voor smalspectrum antibiotica bij erysipelas, onderstrepen het belang van een zorgvuldige differentiatie tussen deze twee huidinfecties. Het klinische beeld van erysipelas kan vaak vertraagd verbeteren door de vroege toxine-excretie, waardoor het niet altijd direct zichtbaar is of er in de beginfase van de behandeling vooruitgang wordt geboekt. Dit kan leiden tot een te snelle wijziging van antibiotica, bijvoorbeeld naar clindamycine, een middel waarbij meer resistentie wordt waargenomen (4).

Hyperspectrale fotografie in de diagnostiek van huidinfecties

Hyperspectrale fotografie is een geavanceerde techniek die gebruik maakt van lichtreflectie en -absorptie om gedetailleerde informatie te verkrijgen over verschillende weefselparameters. Deze techniek biedt inzicht in de oppervlakkige zuurstofsaturatie (StO₂) tot een diepte van ongeveer 1 mm in de huid, de diepere weefselperfusie (NIR) tot een diepte van 3 tot 6 mm, evenals de Tissue Hemoglobine Index (THI) en de Tissue Water Index (TWI, oftewel oedeem). De mobiele camera kan aan het bed van de patiënt worden toegepast, is pijnloos en vormt geen gezondheidsrisico. Het maken van een foto duurt slechts zes seconden en levert meerdere uitkomsten, zoals informatie over oedeem en huid-/wondbedperfusie (6-13).

Primair hebben we gekeken of de hyperspectrale camera een meer passende voorspelling kon geven van de ernst van de erysipelas versus het klinisch beeld (aftekenen van de roodheid).

Secundair, omdat de hyperspectrale camera een onderscheid maakt tussen oppervlakkige StO₂-bepaling en de wat diepere NIR-bepaling, rijst de verwachting dat hiermee het onderscheid is te visualiseren tussen een erysipelas en cellulitis.

De twee hierna volgende casuïstiek illustreren deze hypothese.

Casus 1: erysipelas

Dhr. X., 80 jaar

Relevante voorgeschiedenis:

Diabetes mellitus (incl. ulcera en amputaties tenen bij osteomyelitis), hypertensie, dyslipidemie, hartfalen, atriumfibrilleren, diep veneuze trombose, nierfunctiestoornissen.

Dhr. X. is al enige tijd onder behandeling in de tweede lijn met een diabetische voetulcus op de plantaire zijde van de linker voet (foto 1-3). De wondgenezing gaat langzaam maar voorspoedig vooruit.



Foto 1. November. Foto 2. December. Foto 3. Januari (tijdens opname).

De patiënt meldt zich op een dag in januari op de eerste hulp met klachten van algehele malaise, koorts, pijn en roodheid van het onderbeen. Hij wordt opgenomen met de diagnose erysipelas en is gestart met intraveneuze antibiotica (amoxicilline/clavulaanzuur) voor acht dagen, gevolgd door orale antibiotica (totaal drie weken).

Na drie en na zeven dagen intraveneuze antibiotica in de klinische setting hebben we patiënt bezocht en zijn met een hyperspectrale camera onderstaande foto's genomen.

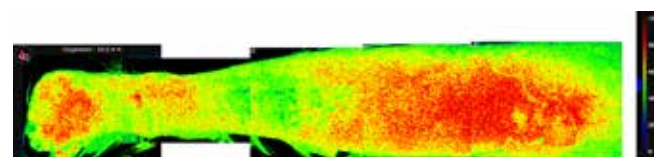
Dag 3

Op dag drie (foto 4, figuur 1-3) is de uitgebreidheid van de erysipelas met name te zien in een verhoogde waarde (roodgekleurd) van de oppervlakkige huidperfusie (StO₂) en een milde verhoging (geel/oranje gekleurd) van de diepere huidperfusie (NIR).



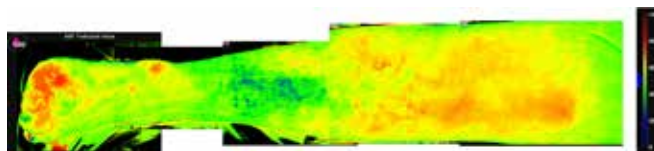
Foto 4. Erysipelas onderbeen li na drie dagen antibiotica.

Een reguliere foto, hierbij is de stiftlijn die over de knie verloopt de eerste lijn die gezet is op de Eerste Hulp drie dagen geleden. Hierbij kan al gezien worden dat er nieuwe lijnen boven de knie gezet zijn in de dagen die daarop volgden bij klinische uitbreiding van de roodheid. Verder heeft deze patiënt last van hyperpigmentatie over het onderbeen. Dit klinische kenmerk moet meegenomen worden omdat de hyperspectrale camera met lichtreflectie werkt; deze kan hier niet goed doorheen kijken waardoor waarden in dit gebied lager zullen uitvallen (13).



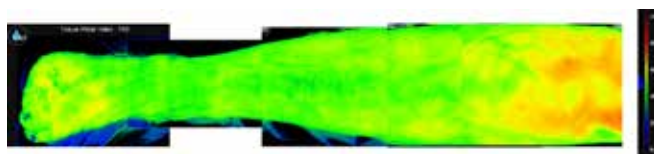
Figuur 1. Foto gemaakt met hyperspectrale camera bij erysipelas: oppervlakkige zuurstofsaturatie na drie dagen antibiotica.

StO₂ (oftewel de oppervlakkige zuurstofsaturatie) is ook na drie dagen nog verhoogd van voorvoet tot en met bovenbeen (rode kleur). De verhoogde 'activiteit' is op deze manier van beeldvorming uitgebreider zichtbaar dan de klinische roodheid (afgetekende lijn). Ter hoogte van de hyperpigmentatie is er een 'normaal-waarde' die dus vals verlaagd is door het pigment in de huid.



Figuur 2. Hyperspectrale foto bij erysipelas: diepere weefselperfusie na drie dagen antibiotica.

NIR ('Near infrared spectrum') toont de diepere (3-6mm diep) perfusie. Hierbij is over een vergelijkbaar traject als in de StO₂ een verhoogde 'activiteit' te zien, alleen minder hoog (overwegend gele kleur).



Figuur 3. Hyperspectrale foto bij erysipelas: oedeem na drie dagen antibiotica.

TWI (Tissue water index (oedeem)). Dhr. kreeg adequate

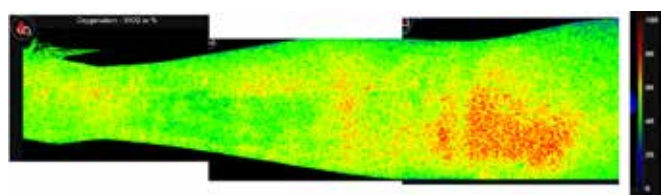
compressietherapie, zichtbaar in de normaalwaarde tot aan de knie (groen).

Dag 7

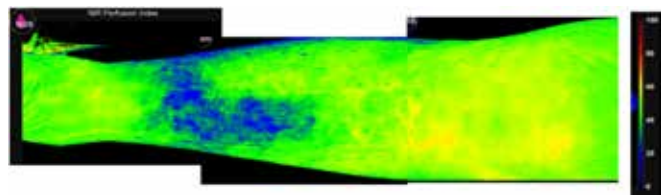
Na zeven dagen (foto 5, figuur 4-6) antibiotica is het erysipelasbeeld klinisch verbeterd. Dit is eveneens zichtbaar op de hyperspectrale foto's als een afname van de StO₂-/en NIR-waarde in het been.



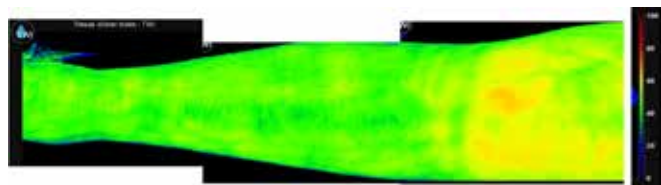
Foto 5. Erysipelas onderbeen li na zeven dagen antibiotica.



Figuur 4. Hyperspectrale foto bij erysipelas: oppervlakkige zuurstofsaturatie na zeven dagen antibiotica.



Figuur 5. Hyperspectrale foto bij erysipelas: diepere weefselperfusie na zeven dagen antibiotica.



Figuur 6. Hyperspectrale foto bij erysipelas: oedeem na zeven dagen antibiotica.

Casus 2: cellulitis

Dhr. Y., 60 jaar

Relevante voorgeschiedenis

Ulcus cruris venosum links (recidiverend van aard). In het verleden varicesbehandelingen van de vena saphena magna (VSM) van het linker been.

Dhr. Y. heeft last van een terugkerend veneus ulcus aan zowel de mediale als de laterale zijde van de linker enkel (foto 6,7). Bij de eerste presentatie is gestart met compressietherapie middels ambulante compressietherapie (ACT) en is er een veneuze duplex verricht. Deze duplex toonde

een insufficiënte vena saphena parva (VSP) links. De vaatchirurg heeft een radiofrequente ablatie van de VSP links verricht. Postoperatief werd ACT doorgezet. De wonden werden hierna steeds pijnlijker, produceerden meer exsudaat en toonden een zeer traag ontwikkelende kliniek van (uitbreidende) roodheid zonder koorts of algehele malaise. Na het vierde consult werd de achteruitgang toch passend bevonden bij cellulitis. Hierop werd gestart met flucloxacilline oraal en patiënt knapte zienderogen op in zowel wondgenezing als in pijnbeleving.

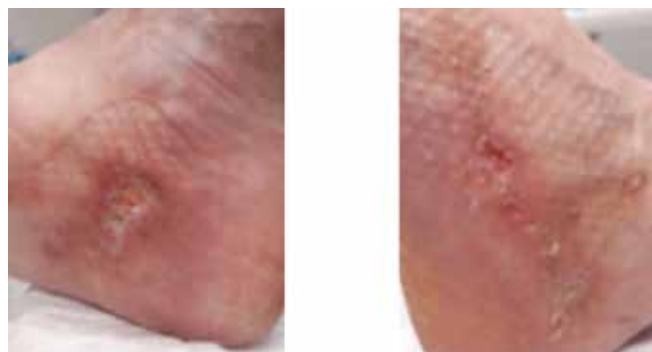


Foto 6 en 7. Ulcus mediale en laterale zijde.

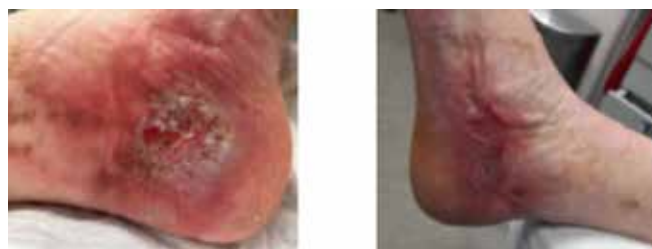


Foto 8 en 9. Na twee weken.



Foto 10 en 11. Na drie weken.

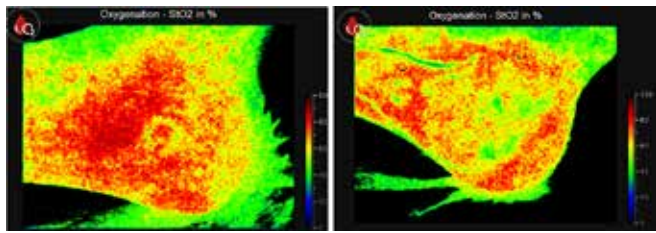
Beloop cellulitisbeeld casus 2

Linker enkel, mediale zijde

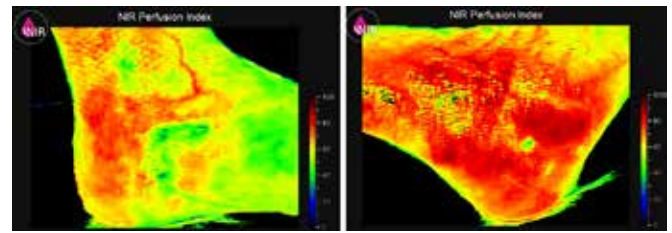


Foto 12. Eerste week.

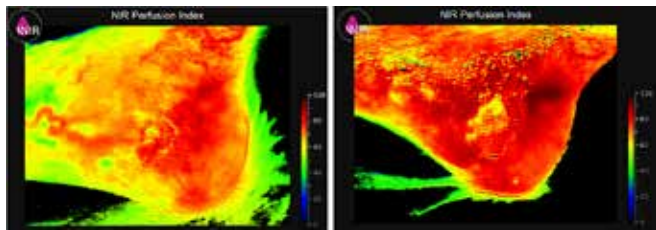
Foto 13. Na een maand, cellulitis.



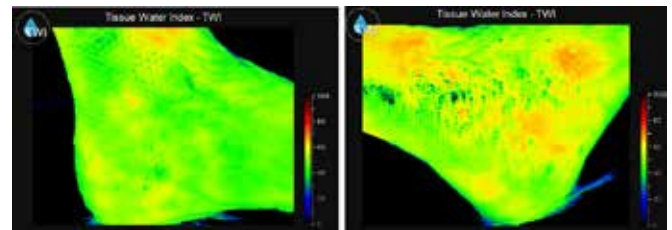
Figuur 7a en 7b. Hyperspectrale foto bij cellulitis oppervlakkige zuurstofsaturatie.



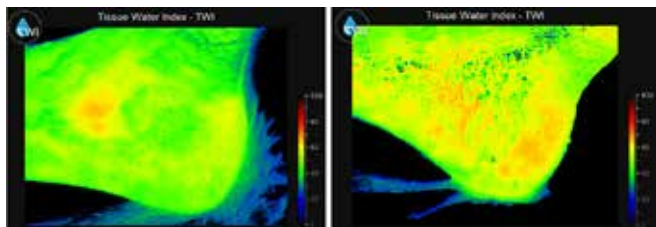
Figuur 11a en 11b. Hyperspectrale foto bij cellulitis: diepere weefselperfusie.



Figuur 8a en 8b. Hyperspectrale foto bij cellulitis: diepere weefselperfusie.



Figuur 12a en 12b. Hyperspectrale foto bij cellulitis: oedeem.

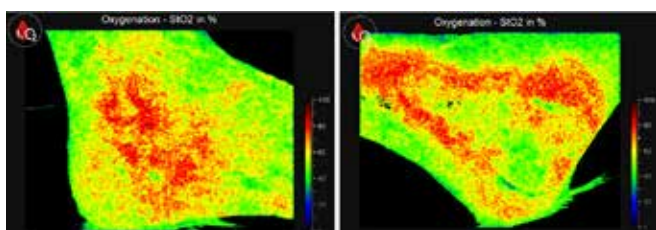


Figuur 9a en 9b. Hyperspectrale foto bij cellulitis: oedeem.

Linker enkel, laterale zijde.



Foto 14. Na een week. Foto 15. Na een maand, cellulitis.



Figuur 10a en 10b. Hyperspectrale foto bij cellulitis oppervlakkige zuurstofsaturatie.

Discussie en beperkingen

De toepassing van hyperspectrale fotografie in de klinische praktijk, met name in de diagnostiek van huidinfecties, biedt nieuwe mogelijkheden voor het objectiveren van behandelingsprogressie en het verbeteren van de diagnostische nauwkeurigheid. De resultaten van deze casuïstiek bevestigen de toepasbaarheid van de hyperspectrale camera bij het monitoren van veranderingen in de zuurstofsaturatie (StO₂) en weefselperfusie (NIR). De beelden geven daarnaast, in herhaalde afname, ook de mogelijkheid om de voortgang van de behandeling objectief vast te leggen.

In de review van Patel (1) wordt eveneens onderstreept dat het diagnosticeren van een cellulitis/erysipelas uitdagend kan zijn op basis van een enkele presentatie. Op dit moment ontbreken onderscheidende criteria of tools. Van de patiënten die verdacht worden en de Spoedeisende Hulp bezoeken, wordt eenendertig procent van de opnames foutief gediagnosticeerd (1,13).

De visuele beoordeling van een huidinfectie op basis van roodheid kan dus leiden tot suboptimale behandeling, vooral wanneer er sprake is van een complexer infectiepatroon of wanneer de klinische voortgang niet overeenkomt met de verwachte verbeteringen. Dit biedt de behandelaar de mogelijkheid om nauwkeuriger vast te stellen of de gekozen behandeling effectief is. Onnodige wisseling van antibiotica kan hiermee wellicht vermeden worden, wat een veelvoorkomend probleem is bij infecties zoals erysipelas, door de vaak trage klinische verbetering.

Hyperspectrale fotografie heeft, door het vastleggen van zowel oppervlakkige (StO₂) als diepere (NIR) weefselparameters, mogelijk ook een onderscheidende rol in de

diagnosestelling. Zo lijkt de NIR voornamelijk verhoogd bij een cellulitisbeeld en de StO₂ bij een erysipelas. In een retrospectieve analyse van Drerup (2) worden de laboratoriumbepaling C-reef proteïne (CRP) en leukocyten als mogelijk onderscheidende factoren aangehaald (sensitiviteit 75% en specificiteit 73.2%) (2). Het afnemen van bloed is echter meer invasief dan het nemen van een foto en is kostbaarder in de analyse (na aanschaf van de camera geen additionele kosten). De hyperspectrale camera geeft naast een onderscheidend beeld ook informatie over de uitgebreidheid, en heeft het een rol in de opvolging van de behandeling op het gebied van antibiotische behandeling en oedeemreductie.

Desondanks zijn er enkele beperkingen aan het gebruik van hyperspectrale fotografie in de klinische praktijk. Allereerst is de techniek nog relatief nieuw in de gezondheidszorg. Er zijn meer studies nodig om deze bevindingen te bekrachtigen. Hoewel de technologie veelbelovend is, moet de integratie in de routinezorg zorgvuldig worden geëvalueerd. Er moeten bijvoorbeeld standaardisatieprotocollen worden ontwikkeld om ervoor te zorgen dat de gegevens reproduceerbaar en niet multi-interpreteerbaar zijn. Bijvoorbeeld welke klinische kenmerken van de patiënt de weergave beïnvloeden (bijvoorbeeld hyperpigmentatie) en in welke omgevingsfactoren en op welke wijze er foto's genomen worden.

Daarnaast zijn er technische en logistieke uitdagingen, zoals het verkrijgen van de benodigde apparatuur en het trainen van zorgprofessionals in het effectief interpreteren van hyperspectrale beelden. De kosten van hyperspectrale camera's kunnen eveneens een belemmering vormen voor brede implementatie in zorginstellingen met beperkte middelen.

Conclusie

Hyperspectrale fotografie kan worden ingezet als tool om te helpen bij de differentiatie tussen erysipelas en/of cellulitis. Verder visualiseert deze beeldvorming de uitgebreidheid van de huidinfectie. Tot slot is deze techniek geschikt om de behandeling (zowel antibiotisch als in oedeemreductie) op te volgen bij herhaalde metingen in de behandelduur. In conclusie, hyperspectrale fotografie heeft veelbelovende voordelen in de beoordeling van huidinfecties en de voortgang van behandelingen, maar verder onderzoek is essentieel om de klinische toepassingen volledig te begrijpen.

Literatuur

1. Patel M, Lee S, Akyea RK, et al. **A systematic review showing the lack of diagnostic criteria and tools developed for lower-limb cellulitis.** J. Dermatol, 2019 Dec;181(6):1156-65.
2. Drerup C, Eveslage M, Sunderkoeter C, et al. **Diagnostic value of laboratory parameters for the discrimination between erysipelas and limited cellulitis.** J Dtsch Dermatol

- Ges, 2020 Dec;18(12):1417-24.
3. Dalal A, Eskin-Schwartz M, Mimouni D, et al. **Interventions for the prevention of recurrent erysipelas and cellulitis.** Cochrane database Syst. Rev, 2017 jun;20(6).
4. Overview: Erysipelas and cellulitis - InformedHealth.org - NCBI Bookshelf
5. <https://viecuri.adult.nl.antibiotica.app/nl/>
6. López-Moral M, Garcia-Alvarez Y, Molines Barroso RJ, et al. **A comparison of hyperspectral imaging with routine vascular noninvasive techniques to assess the healing prognosis in patients with diabetic foot ulcers.** J Vasc Surg, 2022 Jan;75(1):255-61.
7. Greenman RL, Panasyuk S, Wang X, et al. **Early changes in the skin microcirculation and muscle metabolism of the diabetic foot,** Lancet. 2005 Nov 12;366(9498):1711-7.
8. Daeschlein G, Langner I, Wild Th, et al. **Hyperspectral imaging as a novel diagnostic tool in microcirculation of wounds.** Clin Hemorheol Microcirc, 2017;67(3-4):467-74.
9. Saiko G, Lombardi Ph, Au Y, et al. **Hyperspectral imaging in wound care: A systematic review.** Int Wound J, 2020 aug23;17(6):1840-1956.
10. Jayachandran M, Rodrigues S, Solis E, et al. **Critical Review of Noninvasive Optical Technologies for Wound Imaging.** Adv Wound Care (New Rochelle). 2016 Aug 1;5(8):349-59.
11. Hart O, Adeane S, Vasudevan Th, et al. **The utility of hyperspectral imaging in patients with chronic venous disorders.** J Vasc Surg Venous Lymphat Disord. 2022 Nov;10(6):1325-33.
12. Chan KS, O ZJ. **Wound assessment, imaging and monitoring systems in diabetic foot ulcers: A systematic review.** Int Wound J, 2020 Dec;17(6):1909-23.
13. Chen YM, Chen HH, Chao WC. **Non-invasive assessment of cellulitis from snapshot hyperspectral imaging – a primary study.** Skin Research & Technology. 2018 May; vol.24, issue 2:343-46.

**SHP (Sandra) Maessen, verpleegkundig specialist AGZ, wondexpertisecentrum en vaatchirurgie, VieCuri Medisch Centrum voor Noord-Limburg, Venlo.*