

plasma care®



Koud plasmatherapie voor wondbehandeling en dermatologie

Werking | Toepassing |
Casuïstiek | Onderzoeksresultaten

Het effect van plasma care® in een minuut

Fysisch werkingsmechanisme



Geen bijwerkingen bekend



Geen resistentie van bacteriën tegen koud plasma

Versnelde wondgenezing



Stimuleert wondgenezing



Inactivatie van bacteriën, schimmels en virussen



Normalisatie van pH-waarde



Mobiel apparaat



Handzaam en werkt op batterijen



Zonder toevoeging van transportgas



Veilig en gebruiksvriendelijk, kan worden gedelegeerd

Breed scala aan indicaties



Chronische en acute wonden



Inflammatoire huidaandoeningen



Schimmelnagels en -voeten

Meningen van experts over plasma care®



Dr. Nikolaus Scheper,
Diabetoloog, Duitsland

"Ik gebruik plasma care® al meer dan een jaar in onze diabetologiepraktijk voor de behandeling van diabetische voetsyndroom (DFS) en andere problematische wonden. Ik ben ervan overtuigd dat koud plasma in de toekomst zeker deel moet uitmaken van de standaardzorg voor DFS."



Rahel Wyss,
Wondconsulent,
Zwitserland

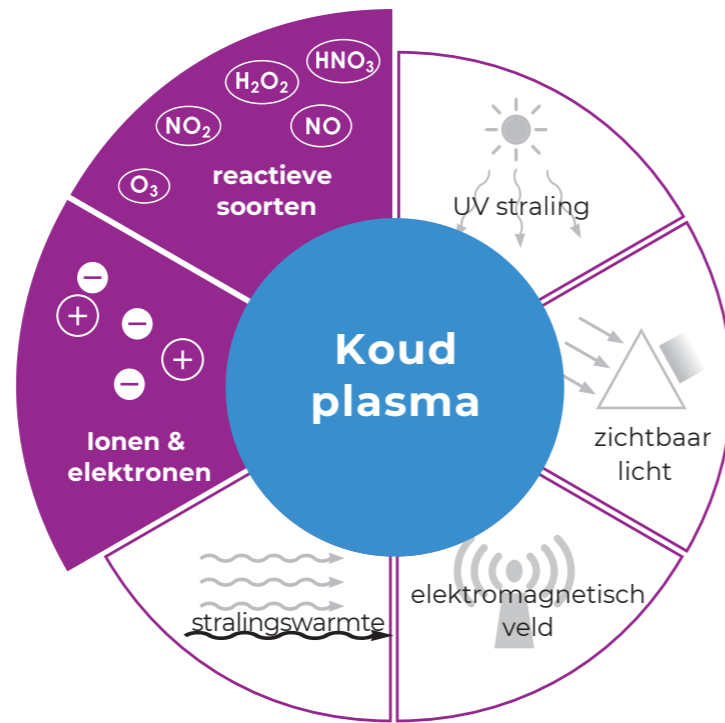
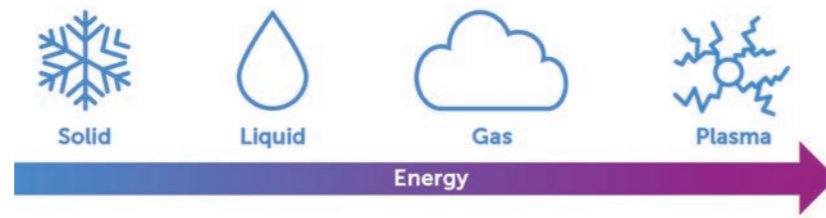
"Koudplasmatherapie kan worden gebruikt vanaf de eerste dag (exsudatiefase) tot de laatste dag (epithelisatie/littekenvorming). Het is heel gemakkelijk te gebruiken omdat de plasma care® heel handig en klein is."

Koud atmosferisch plasma - de "wonderstof" uit de fysica verovert de geneeskunde

Wanneer ijs of water worden verwarmd - d.w.z. wanneer er energie aan wordt toegevoegd - veranderen ze van aggregatietoestand: ijs smelt en water kookt.

Wanneer er energie wordt toegevoerd aan gas, wordt er plasma gevormd. Daarom is plasma de vierde elementaire staat van materie, waarin een gas geheel of gedeeltelijk geïoniseerd is.

Koud atmosferisch plasma (CAP) is de term die gebruikt wordt wanneer de temperatuur tijdens de vorming van het plasma slechts licht stijgt en de atmosferische druk op aarde voldoende is om het plasma te produceren¹. De term "niet-invasief fysisch plasma" (NIPP) is ook ingeburgerd voor gebruik in de wetenschap.

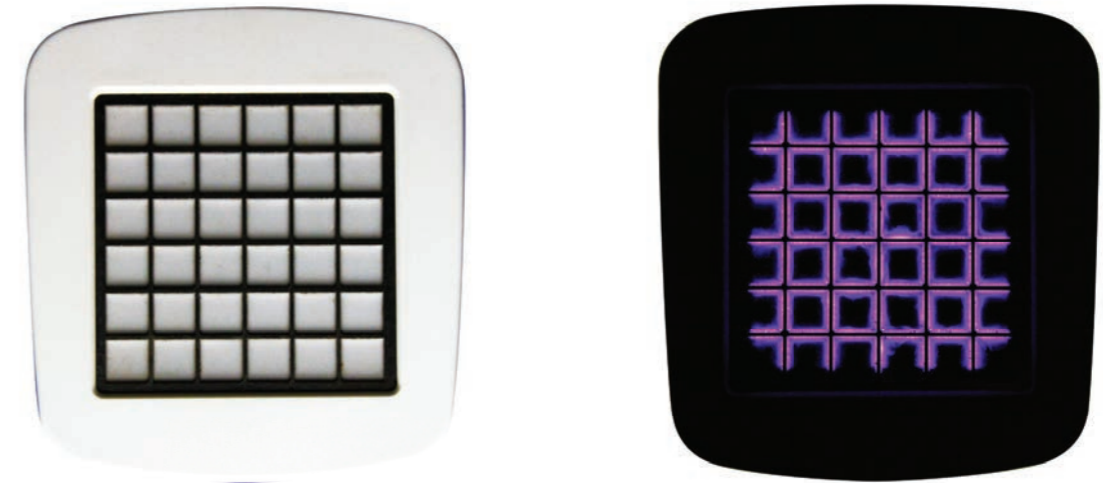


Componenten van koud atmosferisch plasma

Het gasmengsel in de lucht kan ook worden omgezet in plasma door de toevoer van energie. Dit plasma heeft eigenschappen die in de geneeskunde gebruikt kunnen worden om patiënten te behandelen.^{2,3}

Fysisch gezien bestaat CAP uit vrije elektronen, radicalen, ionen en reactieve soorten die uit de lucht worden gegenereerd. Het elektrische veld dat wordt gegenereerd wanneer plasmacare® wordt gebruikt, is minimaal. Geïmplanteerde en uitwendige pacemakers of defibrillators vormen daarom geen contra-indicatie. De gegenereerde UV-straling is ook minimaal en ligt ruim onder de toegestane limiet.

Ionen & elektronen	N^+ , N_2^+ , N_3^+ , N_4^+ , O^+ , O_2^+ , NO^+ , NO_2^+ , H^+ , H_2^+ , H_3^+ , OH^+ , H_2O^+ , H_3O^+ , e^- , O^- , O_2^- , O_3^- , O_4^- , NO^- , N_2O^- , NO_2^- , NO_3^- , H^- , OH^-
Reactieve soorten	geëxciteerd N_2 , geëxciteerd O , H , N , O , geëxciteerd O_2 , O_3 , NO , N_2O , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 , H_2 , OH , HO_2 , H_2O_2 , HNO , HNO_2 , HNO_3
UV- straling	Max. 0,00198 J/m ² in 3 minuten (grens = 30 J/m ² per dag)
Zichtbaar licht	paarse gloed
Stralingswarmte	$\Delta T = \text{ong. } 1^\circ\text{C/minuut}$, altijd $\leq 40^\circ\text{C}$



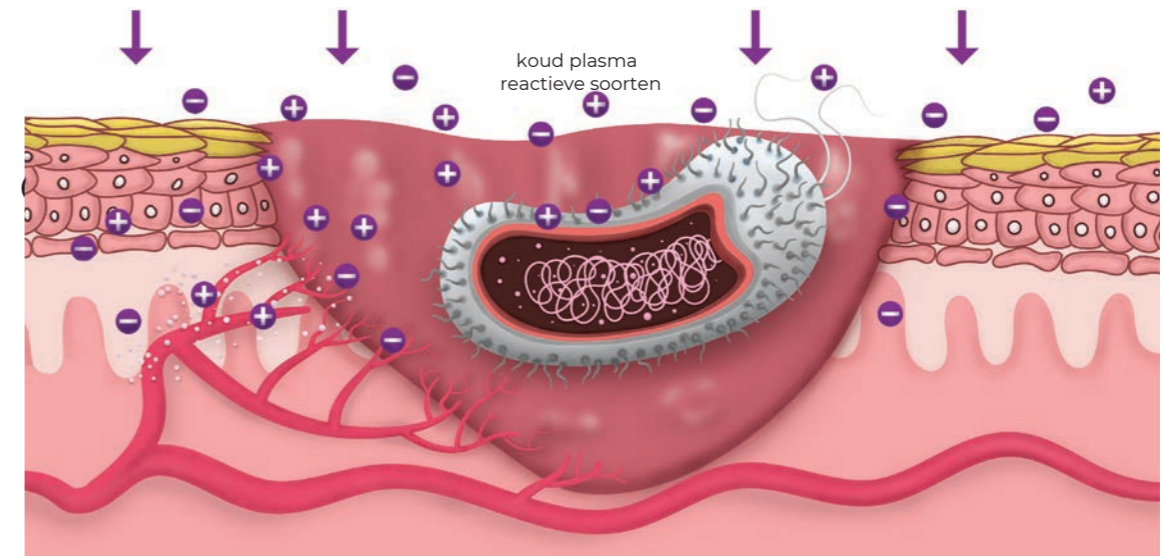
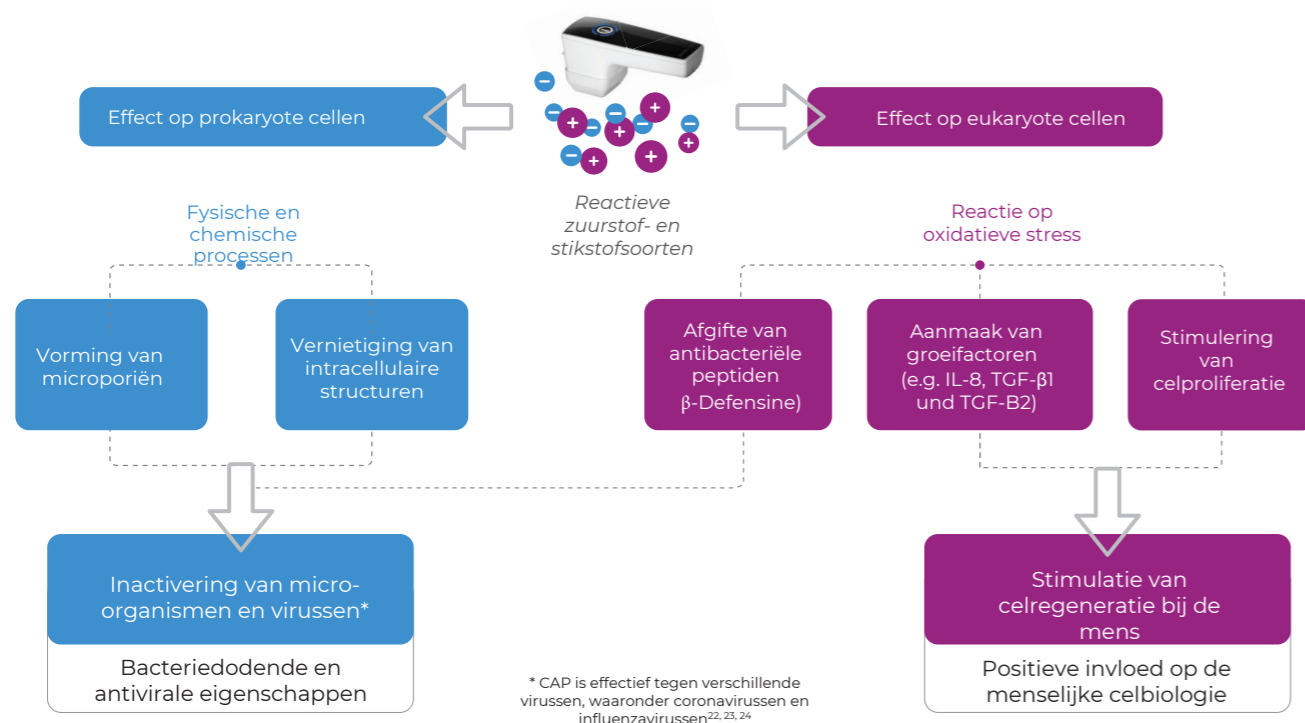
Plasmabron met mesh elektrode en geactiveerde plasmabron.

Het dubbele werkingsmechanisme van koud plasma

Het gebruik van koud atmosferisch plasma is al meer dan 10 jaar ingeburgerd in de geneeskunde en is uiterst succesvol gebleken.^{4,5,6,7,8,9} De effectieve inactivatie van bacteriën en de stimulatie van intracellulaire processen in menselijke (eukaryotische) cellen zijn goed onderzocht.^{10,11,12,13} De reactieve soorten in het plasma hebben een effect op het celmembraan. De effecten variëren sterk per celtype. In bacteriën (prokaryote cellen) vernietigen langlevende reactieve soorten van het CAP macromoleculen en het DNA in de cel.

Dit fysische werkingsmechanisme wordt ook gebruikt om bacteriën te inactiveren die resistent zijn geworden tegen antibiotica.^{14,15,16,17,18}

In eukaryote cellen zet koud atmosferisch plasma via oxidatieve stress intracellulaire mechanismen in gang die een zeer positief effect hebben op wondgenezing. Hoewel schimmels ook eukaryote cellen zijn, worden ze geïnactiveerd door oxidatieve stress wanneer CAP wordt toegepast. Het antivirale effect van de reactieve zuurstofsoorten geproduceerd door koud atmosferisch plasma is ook aangetoond.¹⁹



Intracellulaire processen

- 1 **Celmetabolisme**
Het celmetabolisme wordt gestimuleerd, wat het gehele wondgenezingsproces activeert
- 2 **Stimulering angiogenese***
leidt tot een betere bloedcirculatie in de wond en het omliggende gebied.
*vorming van bloedvaten uit bestaande bloedvaten
- 3 **Afgifte cytokinen***
stimuleert celgroei
*Proteïnen die celgroei en differentiatie regelen

Effect op bacteriecellen

- A **Celwand/celmembraan**
Het afbreken van chemische verbindingen en het openen van signaalpaden evenals interactie met cellen leidt tot de vernietiging van cellulaire componenten
- B **Nucleïnezuren**
Vernietiging van DNA en RNA vermindert de replicatiesnelheid
- C **Eiwitten en enzymen**
Denaturatie van eiwitten, inactivatie van enzymen in de cel en oxidatie van aminozuren

Menselijke cellen worden beschermd tegen inactivatie door het koude plasma door hun celkern en cellulaire herstelmechanismen. Ook is in vitro waargenomen dat de oxidatieve stress veroorzaakt door koud plasma de biologische overlevingsmechanismen van cellen stimuleert. Een nieuwe studie toont ook aan dat behandeling met koud plasma de pH-waarde in de wond reguleert en zo de wondgenezing bevordert.²⁰

Optimaal plasmaontwerp op basis van onderzoek - de technologie

De plasma care® en plasma derma care® apparaten maken gebruik van een indirecte plasmabron met gepatenteerde oppervlakte microontladingstechnologie (SMD).

Met deze oppervlakte microontlading stroomt er geen stroom door de huid van de patiënt. De huid en het wondoppervlak komen alleen in contact met de therapeutisch effectieve plasmacomponenten.

Daarom is plasma care® geschikt voor gebruik bij patiënten met pacemakers en defibrillators.

Homogene plasmakwaliteit zonder transportgas

De reactieve soorten die in de plasma care® spacer worden gevormd, worden rechtstreeks uit de lucht gegenereerd, zonder transportgas. Om een zo homogeen en herhaalbaar mogelijke plasmakwaliteit te garanderen, zijn twee parameters constant bij plasma care®:

1. Het volume waarin het plasma reactieve stoffen genereert, wordt nauwkeurig bepaald door de spacer.
2. De behandelingstijd wordt ingesteld en het apparaat stopt automatisch. Het gebied dat door de afstandhouder wordt bedekt, wordt dus gelijkmatig behandeld binnen de behandelstijd.

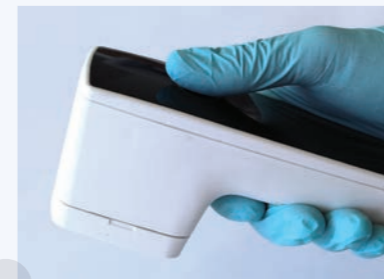
Het apparaat is geschikt voor gebruik bij patiënten met pacemakers of defibrillators.



plasma care® - mobiel, veilig en gebruiksvriendelijk

De plasma care® is een mobiel medisch apparaat voor de behandeling van wonden en huidaanandoeningen met behulp van koud, atmosferisch plasma.

Het is licht, handzaam en werkt op een accu - er zijn ongeveer 100 behandelingen mogelijk met een volle accu. Het wordt inductief opgeladen in een oplaadstation. Dit betekent dat plasma care® kan worden gebruikt in klinische of privépraktijken, maar ook door poliklinieken en wondspecialisten.



1 Zet het apparaat aan met de tiptoets



2 Bevestig de spacer op het apparaat



3 Plaats het apparaat met de spacer op de wond of huid



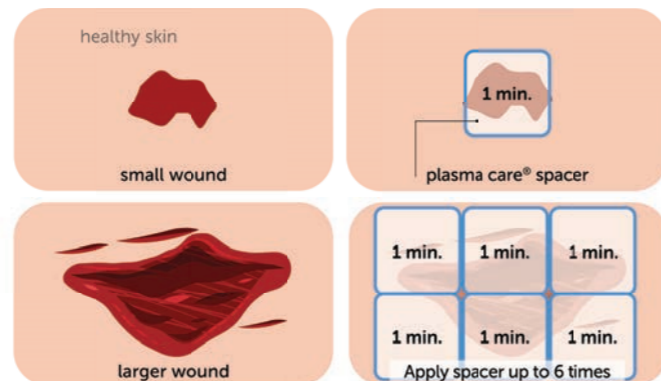
4 Start de behandeling met de tiptoets

plasma care® - eenvoudig te integreren in de wondbehandeling

Gebruik van de plasma care® spacer

De plasma care® is verkrijgbaar met een steriel verpakte spacer voor wondbehandeling. Deze biedt een behandeloppervlak van 13 cm². Als er grotere oppervlakken behandeld moeten worden, kan een spacer tot 6 keer worden aangebracht tijdens een sessie.

Om steriele wondbehandeling van alle patiënten te garanderen en kruisbesmetting te voorkomen, zijn de plasma care® spacers individueel steriel verpakt. De spacer wordt licht op de wond geplaatst zonder extra pijn te veroorzaken door druk.



Wondzorgprocedure

Therapie met CAP is geen vervanging voor conventionele wondverzorging. Het wondbed moet mechanisch gereinigd worden zodat het koude plasma optimaal kan werken. Wij adviseren om de behandeling met plasma care® te integreren in de standaard wondverzorging na reiniging van het wondbed.

In het geval van ernstig gecontamineerde wonden kan ook een antisepticum worden gebruikt om een langdurig antibacterieel effect te bereiken.

Natuurlijk moet behandeling van onderliggende aandoeningen altijd een integraal onderdeel zijn van geïntegreerde wondzorg.

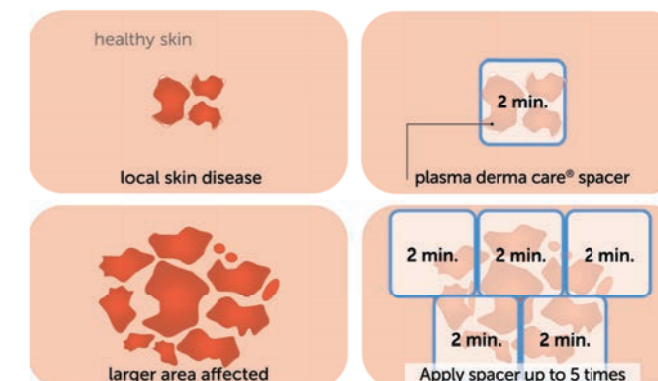


plasma derma care® - voor de behandeling van huidaandoeningen

Behandeling van de huid

Voor de behandeling van inflammatoire huidaandoeningen bieden we de plasma derma care® met een niet-steriele, maar met zachte vulling beklede plasma derma care® spacer.

Omdat huidaandoeningen vaak voorkomen op golvingen van de huid zoals de wangen en kin, is de plasma derma care® spacer opgevuld met zacht schuim. Hij ligt dus comfortabel op de huid en sluit de plasmaruimte optimaal af.



Reinigen van het huidgebied

Behandeling met plasma derma care®

Aanbrengen van een zalf of lotion met actieve bestanddelen

Huidbehandelingsprocedure

Voor de behandeling van inflammatoire huidaandoeningen raden we aan het te behandelen gebied te reinigen.

Als er zalf met actieve bestanddelen (bijv. cortison) wordt gebruikt, breng deze dan pas na de plasmabehandeling aan.

Plasmatherapie is in overeenstemming met de richtlijnen (S2k-richtlijn AWM) voor de behandeling van wonden: "Therapeutisch gebruik van koud fysisch plasma".

Koud plasmatherapie maakt deel uit van de specialistische dermatologieopleiding.

Indicatiegebieden in wondzorg

	Indicatie	Klinische aspecten
Chronische wonden	<ul style="list-style-type: none"> ulcera van diverse oorsprong (bijv. arterieel, veneus, diabetisch, neuropathisch) decubituswonden pyoderma gangrenosum 	<ul style="list-style-type: none"> kritische kolonisatie of infectie met een bacterie preventie van bacteriële belasting (profylactisch) wondgenezingsstoornis moeilijk te reinigen wondgebieden (bijv. lies, schaamstreek, anusstreek) grote wonden chirurgische hechtingen over groter gebied /hechttractie/ hechtingsdehiscentie langdurige operaties wondgebieden aan sterk belaste extremiteiten
Acute, open wonden	<ul style="list-style-type: none"> brandwonden vrieswonden schaafwonden, snijwonden en steekwonden kneuzingen rijtwonden bijt wonden amputaties schotwonden <p>Ingangspunten: katheter, poort, stoma, ingangspunten druppellijn PEG/SPK</p> <p>Externe fixatuur</p> <p>Postoperatieve wondgenezingsstoornis</p> <ul style="list-style-type: none"> geïnfecteerde of infectiegevoelige operatiewonden secundair genezende operatiewonden split-thickness huidtransplantaten (STSG) (donorplaats en transplantaat) 	

Dermatologische toepassingsgebieden

Indicatie	Oorzaak	Klinische aspecten
<ul style="list-style-type: none"> Gordelroos Ringworm Spruw Dermatitis Acne Psoriasis Atopisch eczeem Couperose Schimmelnagels Voetschimmel 	<ul style="list-style-type: none"> inflammatoir auto-immuun bacterieel viraal acuut vasculitisch 	<ul style="list-style-type: none"> Inactivering van herpesvirussen bevordert genezing Vermijden van bacteriële superinfecties CAP doodt schimmels en sporen. Hierdoor is het een effectieve therapie voor huidmycosen Ziekten zoals psoriasis en atopisch eczeem worden niet genezen door CAP CAP kan echter wel de ontsteking en jeuk aanzienlijk verminderen

Voortgaand onderzoek en experimentele toepassing van CAP in klinieken en onderzoeksfaciliteiten zullen de toepassingsgebieden voortdurend uitbreiden.

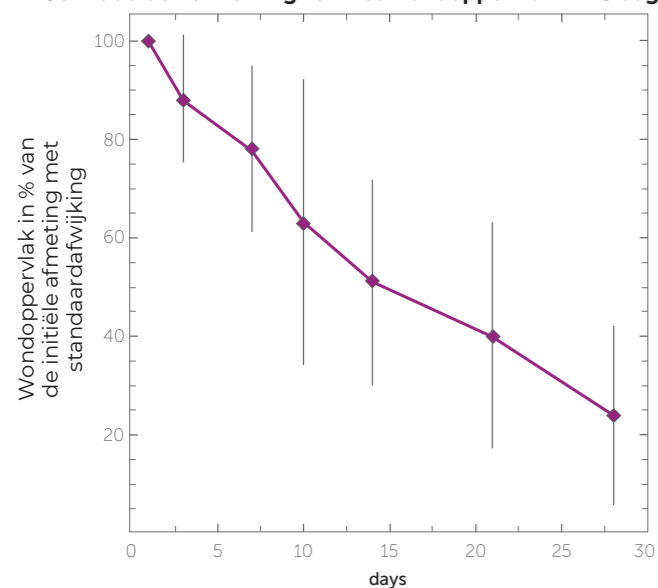
Bevordering van wondgenezing met plasma care® - resultaten van een pilotstudie

In een pilotstudie²⁰ werden 10 patiënten met chronische wonden behandeld met plasma care® als aanvulling op de standaardbehandeling. De afname in wondgrootte en de pH-waarde in de wond werden gemeten.

Behandelplan:

- Week 1: 3 behandelingen
- Week 2 en 3: 2 behandelingen
- Week 4 en 5: 1 behandeling

Gemiddelde verkleining van het wondoppervlak in 28 dagen



²⁰ Hämmerle et.al. 2021;

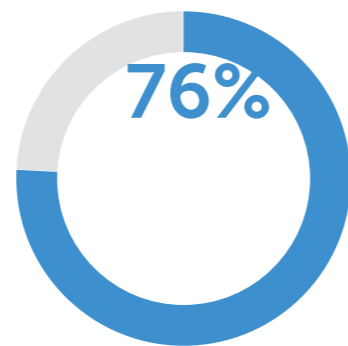
Resultaten van de pilotstudie:

Alle wonden vertoonden binnen vijf weken een significante vermindering van het wondoppervlak.

Drie patiënten vertoonden klinische tekenen van infectie aan het begin van de behandeling, maar deze waren uiterlijk op dag 14 genezen.

De hoeveelheid exsudaat nam bij alle patiënten af. Het aandeel stabiel granulatieweefsel nam significant toe tijdens de onderzoeksperiode.

Significante vermindering van pijn na slechts 3 behandelingen.



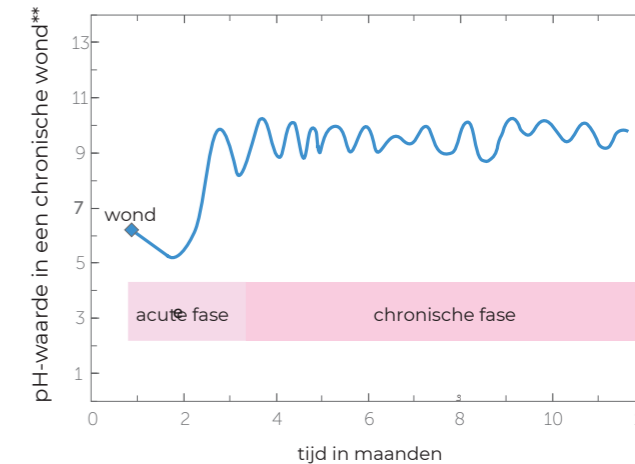
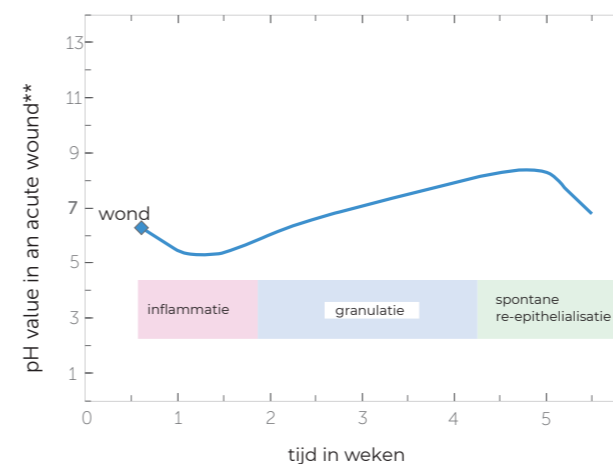
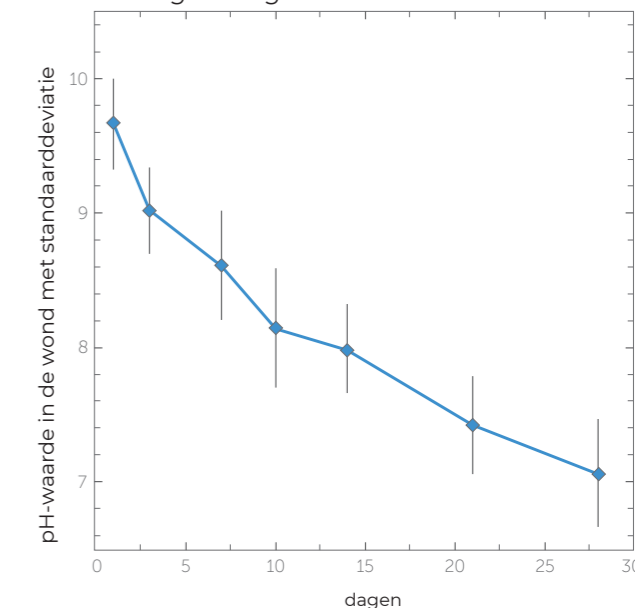
Gemiddelde verkleining van het wondoppervlak met **76% in 28 dagen** na slechts zeven behandelingen.

De rol van pH in wondgenezing:

- Een alkalische pH-waarde bevordert de groei van bacteriën en biofilm.
- Een alkalische pH-waarde beperkt de functie van fibroblasts, die verantwoordelijk zijn voor wondsluiting.
- Bij alkalische pH-waarden geeft hemoglobine minder zuurstof af (Bohr-effect). Hierdoor worden de cellen in de wond minder goed van zuurstof voorzien.

Behandeling met CAP verlaagt de pH-waarde in de wond en bevordert zo extra de wondgenezing.

Gemiddelde ontwikkeling van de pH-waarde vanaf het begin van de behandeling tot dag 28²⁰



** Illustraties volgens Dargaville et.al. 2012. Sensoren en beeldvorming voor wondgenezing: Een overzicht²³

Casussen - Complexe, chronische wonden van verschillende oorsprong

Diabetische voetsyndroom

Patiënt (50 jaar) met diabetisch voetsyndroom.
Geïnfecteerde ulcera boven de middenvoetsbeentjes (links) en necrotische 4e teen.
Amputatie vanwege verslechtering van de wondsituatie.
Wondinfectie met gedeeltelijk resistente corynebacteriën, enterokokken en stafylokokken.

Behandelingsprocedure:

- 2 CAP-behandelingen per week in de eerste 3 weken, gevolgd door 1 CAP-behandeling om de 14 dagen
- 9 behandelingen in 12 weken als onderdeel van de verbandwisseling
- genezing binnen 12 weken na aanvang van de plasmatherapie



dag 0
uitgangssituatie



dag 2
2 CAP behandelingen



dag 14
4 CAP behandelingen



dag 83
9 CAP behandelingen

Succesvolle behandeling

Amputatie van de 5e teen kon worden voorkomen. Volledige wondsluiting op dag 105.

Ulcus Cruris

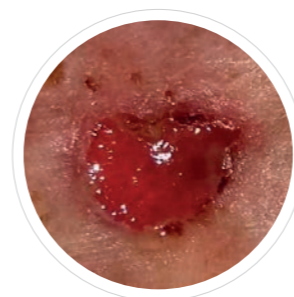
Patiënt (77 jaar), bedlegerig als gevolg van een spinaal letsel.

Recidief van een beenulcus van onbekende oorsprong op het rechteronderbeen, geen oedeem, vasculaire status onduidelijk.

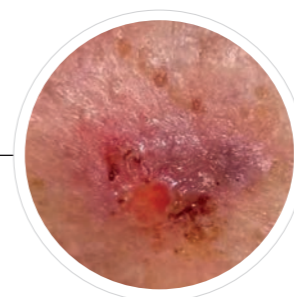
Wondgenezing stagneerde al enkele maanden, deels purulente lagen, patiënt gaf ernstige pijn aan tijdens mechanische wondreiniging.

Behandelingsprocedure

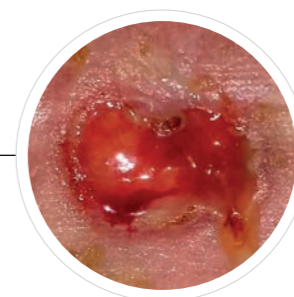
- 8 CAP-behandelingen (1 min) in 4 weken hebben geleid tot een significante vermindering van de wondgrootte
- Progressieve epithelialisatie & pijnvermindering
- Onderbreking van de CAP-behandeling heeft geleid tot recidief ulcus; volledige epithelialisatie van de wond na 4 weken hernieuwde CAP-behandeling (2 x per week, 1 min)



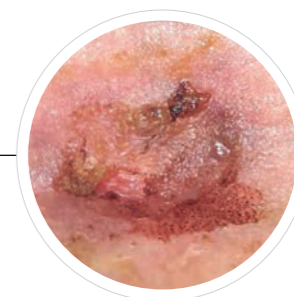
week 0
uitgangssituatie



week 4
8 CAP behandelingen



week 8
terugval na
onderbreking van de
therapie



week 12
8 extra CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

Patiënt is pijnvrij. Volledige wondsluiting na 14 weken.

Postoperatieve wondgenezingsstoornis

Patiënt (77 jaar),

Secundair genezende wond (split-thickness skin graft en flap) na trauma (bknelling bij auto-ongeluk).

Wondgenezingsstoornis met bekende CVI en hartinsufficiëntie, Infectie met Enterobacter aerogenes, extra neiging tot oedeemvorming in de onderbenen.

Behandelingsprocedure:

- 2 CAP-behandelingen per week (elk 1 min)
- Overschakelen op vochtige wondverzorging om korstvorming en necrose te verzachten
- Mechanisch reinigen
- Na 18 behandelingen in 11 weken is de wond volledig geëpithelialiseerd, op één oppervlakkige huidopening na (wondgrootte: 0,22 x 0,17 cm).



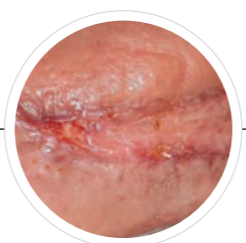
week 0
uitgangssituatie



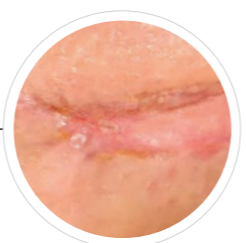
week 1
3 CAP
behandelingen



week 2
5 CAP
behandelingen



week 9
12 CAP
behandelingen



week 11
14 CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

Volledige wondsluiting twee weken na de laatste plasmabehandeling.

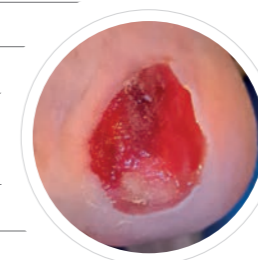
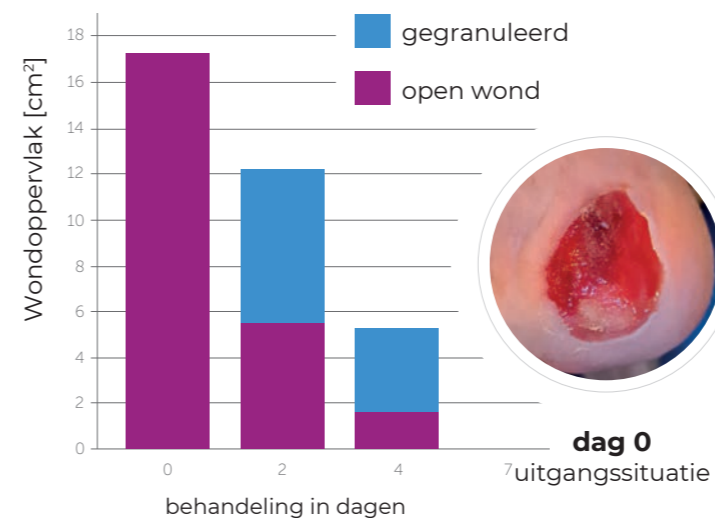
Eenvoudige hielwond

Patiënt (39 jaar), zonder comorbiditeiten

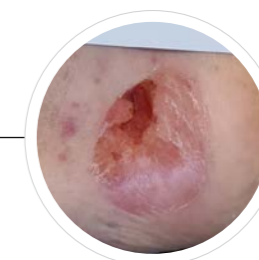
Blaar tijdens skiën. De blaar werd permanent blootgesteld aan mechanische belasting omdat de patiënt tijdens de gehele behandelingsperiode bleef skiën.

Behandelingsprocedure:

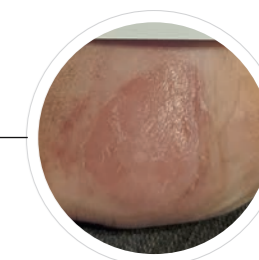
- 3 CAP-behandelingen in 7 dagen
- Dag 2: De wond is 30% kleiner geworden. Het resterende wondgebied is voor 55% gegranuleerd
- Dag 4 (2 CAP-behandelingen): 70% van de oorspronkelijke wond genezen, 71% van de resterende wond gegranuleerd
- 3 CAP-behandelingen (7 dagen na eerste vastlegging): wond volledig genezen



dag 0
7 uitgangssituatie



dag 4
2 CAP
behandelingen



dag 6
3 CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

Volledige wondsluiting na één week. De patiënt kon de hiel blijven belasten.

Casussen uit de dermatologie - CAP voor inflammatoire huidaandoeningen

Psoriasis op het enkelgewricht

Patiënt (52 jaar) met type 2 psoriasis, die met tussenpozen voorkomt en erg jeukt. De ziekte bestaat ongeveer 6 maanden.

Eerdere behandeling: aanbrengen van een cortisonenzalf leidde slechts tot een kortdurende verbetering.

Behandelingsprocedure:

- 4 CAP-behandelingen in 7 dagen
- Aanvullende huidverzorging: 10% ureumcrème en pleisters met salicylzuur



uitgangssituatie



dag 3
2 CAP
behandelingen



dag 5
3 CAP
behandelingen



dag 7
4 CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

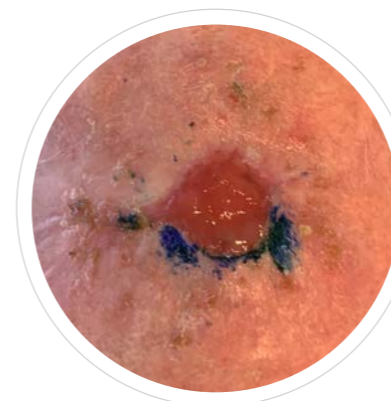
De patiënt voelt zich comfortabeler, heeft geen pijn, nauwelijks jeuk en geen spanning meer in de enkel.

Postoperatief basaalcelcarcinoom

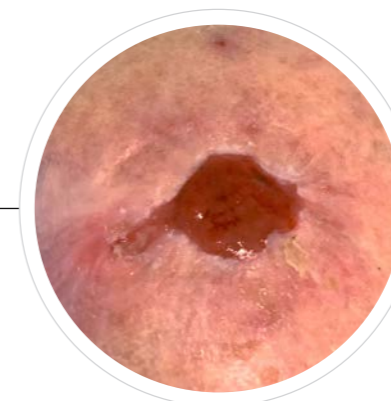
Patiënt (82 jaar) met significant vertraagde wondgenezing na chirurgische basaalcelresectie van het pariëtaal bot.

Behandelingsprocedure:

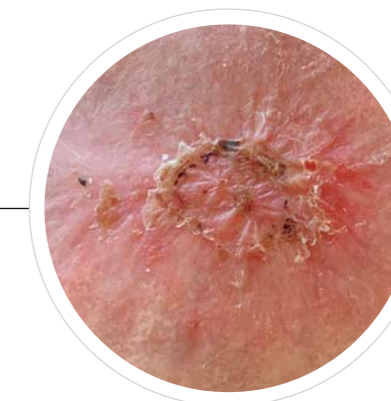
- 11 CAP-behandelingen in 7 weken
- Necrotische wondrand verdwenen na 2 weken



week 0
uitgangssituatie



week 2
3 CAP
behandelingen



week 7
11 CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

Volledige epithelialisatie na 7 weken. Patiënt volledig pijnvrij.

Acne vulgaris

Patiënt (17 jaar),
zonder comorbiditeiten

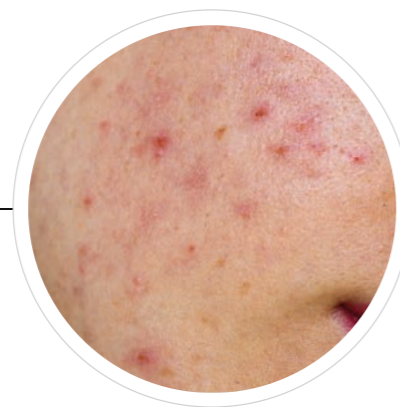
Uitgesproken acne, vooral op de
wangen en het voorhoofd. De puistjes
veroorzaken een onaangenaam gevoel
van spanning.

Treatment procedure:

- 6 CAP-behandelingen in 3 weken
- Peeling, professionele reiniging,
plasmabehandeling en tonic



week 0
uitgangssituatie



week 2
4 CAP
behandelingen



week 3
6 CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

Inflammatie en roodheid zijn significant verminderd. Het gevoel van spanning is verdwenen.

Schimmelnagel

Patiënt (68 jaar), zonder
comorbiditeiten

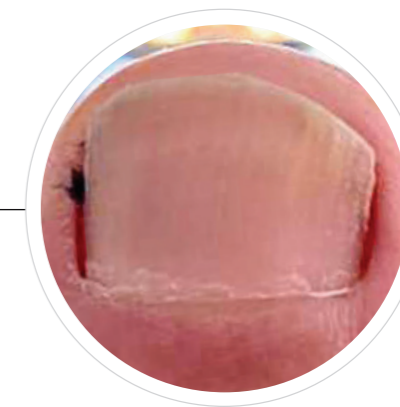
Schimmelnagels, voornamelijk op de
rechter grote teen.

Behandelingsprocedure:

- 16 CAP-behandelingen in 12 weken
Behandeling van de
gehydrateerde nagel tweemaal
per week gedurende de eerste 4
weken
- Gevolgd door wekelijkse
behandeling



week 0
uitgangssituatie



week 12
16 CAP
behandelingen

Succesvolle behandeling

De schimmelnagels zijn volledig verdwenen. Herinfectie kon worden voorkomen.

Klinische en observationele onderzoeken met plasma care®

Hyggen (2020) Skin disinfection test according to VAH Method 13 on natural skin flora and supplemented with E. coli

Scheper et al. (2021) Cold plasma therapy with the handheld device plasma care® improves the tendency to heal in problem wounds - 10 case studies from diabetological practice

Yuta Terabe et. al. (2021) Using cold plasma to treat chronic foot ulcer infection

Yuta Terabe et. al. (2021) Treating hard-to-heal skin and nail onychomycosis of diabetic foot with plasma therapy

Brüning et. al. (2021) Using cold atmospheric plasma to treat hard to heal wounds. A case study with 10 Patients (with 19 wounds) treated in a dermatological outpatient clinic

Hämmerle [et.al.](#) 2021; Positive effects of cold atmospheric plasma on pH in wounds: a pilot study

Dejonckheere [et.al.](#) 2022. Non-Invasive Physical Plasma for Preventing Radiation Dermatitis in Breast Cancer: A First-In-Human Feasibility Stud

Deitmerg et. al. 2022; Wundbehandlung mit Kaltplasma. <https://www.bibliomed-pflege.de/sp/artikel/47048-wundbehandlung-mit-kaltplasma>

Dejonckheere [et.al.](#) 2024. Non-invasive physical plasma for preventing radiation dermatitis in breast cancer: Results from an inpatient-randomised double-blind placebo-controlled trial

Lopende onderzoeken en klinische gegevens kunt u ook vinden op de website van terraplasma



Literatuur

¹ Heinlin, J. et al. S. Plasma Medicine: Possible Applications in Dermatology. J. Dtsch. Dermatol. Ges. J. Ger. Soc. Dermatol. JDDG 2010, 8 (12), 968–976. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2010.07495.x>.

² Isbary, G. et al. Atmospheric Plasma Devices for Medical Issues. Expert Rev. Med. Devices 2013, 10 (3), 367–377. <https://doi.org/10.1586/erd.13.4>.

³ Gerling, T. et al. D. Einführung in Atmosphärendruck-Plasmaquellen für plasmamedizinische Anwendungen. In Plasmamedizin; Metelmann, H.-R., von Woedtke, T., Weltmann, K.-D., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2016; pp 3–15. https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_1.

⁴ Isbary, G. et al. First Prospective Randomized Controlled Trial to Decrease Bacterial Load Using Cold Atmospheric Argon Plasma on Chronic Wounds in Patients. Br. J. Dermatol. 2010, 163 (1), 78–82. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.09744.x>.

⁵ Isbary, G. et al. Successful and Safe Use of 2 Min Cold Atmospheric Argon Plasma in Chronic Wounds: Results of a Randomized Controlled Trial. Br. J. Dermatol. 2012, 167 (2), 404–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2012.10923.x>.

⁶ Isbary, G. et al. Cold Atmospheric Argon Plasma Treatment May Accelerate Wound Healing in Chronic Wounds: Results of an Open Retrospective Randomized Controlled Study in Vivo. Clin. Plasma Med. 2013, 1 (2), 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2013.06.001>.

⁷ Heinlin, J. et al. Randomized Placebo- Controlled Human Pilot Study of Cold Atmospheric Argon Plasma on Skin Graft Donor Sites. Wound Repair Regen. Off. Publ. Wound Heal. Soc. Eur. Tissue Repair Soc. 2013, 21 (6), 800–807. <https://doi.org/10.1111/wrr.12078>.

⁸ Stratmann, B. et al. Effect of Cold Atmospheric Plasma Therapy vs Standard Therapy Placebo on Wound Healing in Patients With Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Clinical Trial. JAMA Netw. Open 2020, 3 (7), e2010411. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.10411>.

⁹ Jensen, J.-O. et al. The Repetitive Application of Cold Atmospheric Plasma (CAP) Improves Microcirculation Parameters in Chronic Wounds. Microvasc. Res. 2021, 138, 104220. <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2021.104220>.

¹⁰ Arndt, S. et al. Effects of Cold Atmospheric Plasma (CAP) on β -Defensins, Inflammatory Cytokines, and Apoptosis-Related Molecules in Keratinocytes in Vitro and in Vivo. *PLoS One* 2015, 10 (3), e0120041. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120041>.

¹¹ Arndt, S. et al. Cold Atmospheric Plasma (CAP) Activates Angiogenesis-Related Molecules in Skin Keratinocytes, Fibroblasts and Endothelial Cells and Improves Wound Angiogenesis in an Autocrine and Paracrine Mode. *J. Dermatol. Sci.* 2018, 89 (2), 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2017.11.008>.

¹² Arndt, S. et al. Cold Atmospheric Plasma (CAP) Changes Gene Expression of Key Molecules of the Wound Healing Machinery and Improves Wound Healing in Vitro and in Vivo. *PLoS One* 2013, 8 (11), e79325. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079325>.

¹³ Hasse, S. et al. Induction of Proliferation of Basal Epidermal Keratinocytes by Cold Atmospheric-Pressure Plasma. *Clin. Exp. Dermatol.* 2016, 41 (2), 202–209. <https://doi.org/10.1111/ced.12735>.

¹⁴ Nicol, M. J. et al. Antibacterial Effects of Low-

Temperature Plasma Generated by Atmospheric-Pressure Plasma Jet Are Mediated by Reactive Oxygen Species. *Sci. Rep.* 2020, 10 (1), 3066. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59652-6>.

¹⁵ Hoon Park, J. et al. Comparative Study for the Inactivation of Multidrug Resistance Bacteria Using Dielectric Barrier Discharge and Nano-Second Pulsed Plasma. *Sci. Rep.* 2015, 5 (1), 13849. <https://doi.org/10.1038/srep13849>.

¹⁶ Zimmermann, J. et al. Test for Bacterial Resistance Build-up against Plasma Treatment. *New J. Phys.* 2012, 14 (7), 073037. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/14/7/073037>.

¹⁷ Daeschlein, G. et al. Skin and Wound Decontamination of Multidrug-Resistant Bacteria by Cold Atmospheric Plasma Coagulation. *J. Dtsch. Dermatol. Ges. J. Ger. Soc. Dermatol. JDDG* 2015, 13 (2), 143–150. <https://doi.org/10.1111/ddg.12559>.

¹⁸ Bourke, P. et al. Microbiological Interactions with Cold Plasma. *J. Appl. Microbiol.* 2017, 123 (2), 308–324. <https://doi.org/10.1111/jam.13429>.

¹⁹ Weiss, Daeschlein, Kramer et al. Virucide Properties of Cold Atmospheric Plasma for Future Clinical Applications, *Journal of Medical Virology* 2017, 89, 952-959.

²⁰ Hämmerle et al. *Journal of Wound Care.* 2023, 32, 9, 530-536.

²¹ v. Brunn, Max-von-Pettenkofer Institut, unpublished data, showing that in first results plasma care can inactivate corona virus in solution

²² Lee, et al. Fast and easy disinfection of coronavirus-1 contaminated face masks using ozone gas produced by a dielectric barrier discharge plasma generator. *Medrxiv*, May 2020.

²³ Dargaville, T. et al. (2012). Sensors and Imaging for Wound Healing: A review. *Biosensors & bioelectronics.* 41. 10.1016/j.bios.2012.09.029.



Fabrikant:



terraplasma medical GmbH
Parkring 32
85748 Garching bei München

+ 49 89 588 055 30

info@terraplasma-medical.com

www.terraplasma-medical.com

Exclusieve distributeur:



GD Medical
Hastelweg 224
5652 CL Eindhoven

+31(0)40 30 31 090

info@gdmedical.nl

www.gdmedical.nl

Jens Kirsch | Chief Executive Officer (CEO)

PD Dr. rer. nat. habil. med. Julia Zimmermann | Chief Medical Officer (CMO)

Prof. Dr. Dr. h.c. Gregor Morfill | Scientific Advisory Board