



# plasma care®

## leczenie ran zimną plazmą (cold plasma)

inaktywacja bakterii i grzybów | aktywacja gojenia się ran



SAFE –  
HEALTHY TISSUE  
IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR  
PATIENTS WITH  
PACEMAKERS



PORTABLE  
AND  
EASY-TO-USE



ACTIVATION  
OF WOUND  
HEALING

# Zimna plazma (Cold plasma) – innowacja w medycynie

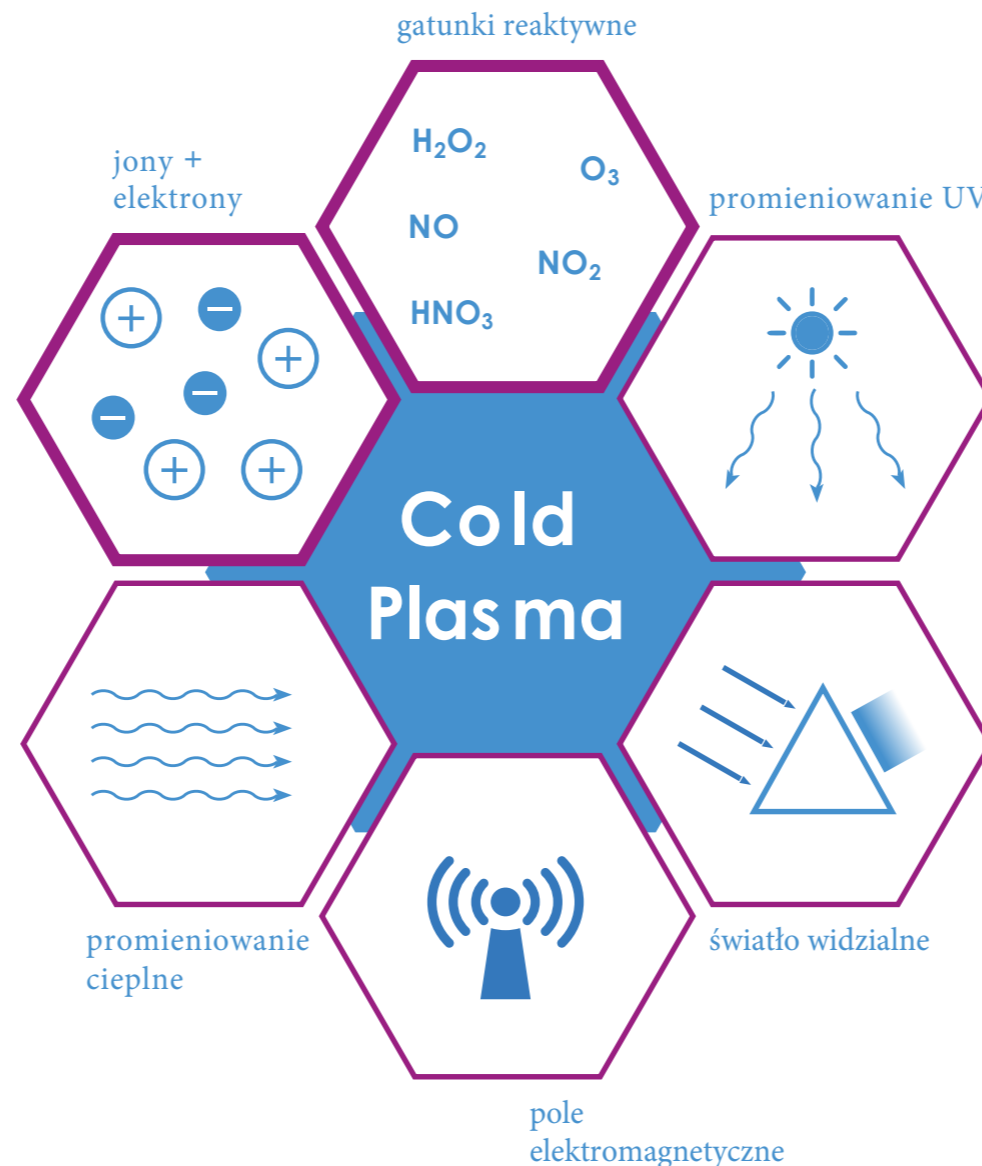
Kiedy lód i woda są podgrzewane – innymi słowy, energia jest dostarczana do nich w postaci ciepła – zmieniają one swój stan agregacji: lód topi się, a woda odparowuje.

Jest to dokładnie ten sam proces, gdy gaz jest przekształcany w plazmę po dodaniu energii.

Plazma opisuje w ten sposób czwarty wysokoenergetyczny stan materii, w którym gaz jest (częściowo) zjonizowany. Definiuje się go jako zimny lub nietermiczny, jeśli podczas jego wytwarzania występuje tylko niewielki wzrost temperatury i wymagane są tylko normalne warunki ciśnienia powietrza otoczenia<sup>1</sup>.



Figure 1: Plasma is a 4th aggregate state.



Mieszanka gazów, która tworzy powietrze, którym oddychamy, może zostać przekształcona w plazmę poprzez dodanie energii. Ten rodzaj plazmy nazywany jest zimną plazmą atmosferyczną (CAP) i ma właściwości, które można zastosować w leczeniu pacjentów..<sup>2,3,10,17-23,24,25-28</sup>

Fizycznie CAP składa się z wolnych elektronów i rodników, jonów i wzbudzonych cząsteczek pochodzących ze środowiska naturalnego, otaczającego powietrza. Ponadto pola elektromagnetyczne, światło widzialne i ultrafioletowe, a także niewielkie ilości promieniowania ciepłego są wytwarzane podczas generowania CAP..<sup>1</sup>

Jony i elektrony	$N^+, N_2^+, N_3^+, N_4^+, O^+, O_2^+, NO^+, NO_2^+, H^+, H_2^+, H_3^+, OH^+, H_2O^+, H_3O^+, e^-, O^-, O_2^-, O_3^-, O_4^-, NO^-, N_2O^-, NO_2^-, NO_3^-, H^-, OH^-$
Reaktywne gatunki	excited $N_2$ , excited O, H, N, O, excited $O_2$ , $O_3$ , NO, $N_2O$ , $NO_2$ , $N_2O_3$ , $N_2O_4$ , $N_2O_5$ , $H_2$ , OH, $HO_2$ , $H_2O_2$ , HNO, $HNO_2$ , $HNO_3$
Promieniowanie UV	max. 0,00198 J/m <sup>2</sup> w 3 minuty (limit = 30 J/m <sup>2</sup> na dzień)
Światło widzialne	fioletowy blask
Ciepło	$\Delta T = \text{about } 1^\circ\text{C/minute, always } \leq 40^\circ\text{C}$



ONLY 1 MINUTE  
PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT  
OF RESISTANCES



REDUCTION OF  
BACTERIAL LOAD



SAFE –  
HEALTHY TISSUE  
IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR  
PATIENTS WITH  
PACEMAKERS



PORTABLE  
AND  
EASY-TO-USE



ACTIVATION  
OF WOUND  
HEALING

# Efekty zimnej plazmy (cold plasma)

Zimna plazma atmosferyczna (CAP) nie powoduje żadnych niespecyficznych uszkodzeń komórek ze względu na niską temperaturę i dlatego jest ogólnie odpowiednia do zastosowań medycznych.

Dokładne właściwości zimnej plazmy atmosferycznej zależą od sposobu jej wytwarzania.

Aktywne składniki (gatunki reaktywne) generowane przez zimną plazmę atmosferyczną mogą oddziaływać z komórkami na różne sposoby.

Efekty są fizyczne (np. rekombinacja lub deekscytacja wzbudzonych cząsteczek/atomów na powierzchni), a także procesy chemiczne (np. denaturacja wodoru w reakcjach rodników hydroksylowych).

W konsekwencji bakterie (komórki prokariotyczne) – a dokładniej ich makrocząsteczki komórkowe (w tym DNA) ulegają inaktywacji. Z powodu tej reakcji nawet bakterie, u których rozwinęła się oporność na antybiotyki, są inaktywowane<sup>29-31</sup>. W tym procesie różne stabilne reaktywne gatunki zimnej plazmy atmosferycznej oddziałują z błoną komórkową bakterii.<sup>3</sup> Ponadto zaobserwowano działanie przeciwwirusowe reaktywnych form tlenu wytwarzanych przez zimną plazmę atmosferyczną.

Jest to prawdopodobnie oparte na modyfikacji białek wirusowych prowadzącej do inaktywacji wirusów.

W komórkach eukariotycznych, takich jak komórki ludzkie, DNA jest protekcyjne przez jądro i jego błonę, a także przez mechanizmy naprawy cytologicznej.

Ponadto komórki eukariotyczne są chronione w związkach komórkowych. Oznacza to, że nie ma ryzyka uszkodzenia komórek. Wręcz przeciwnie: reaktywne formy tlenu w komórkach ludzkich stymulują nawet wzrost tkanki lub błony śluzowej, wywołując w ten sposób gojenie się ran.

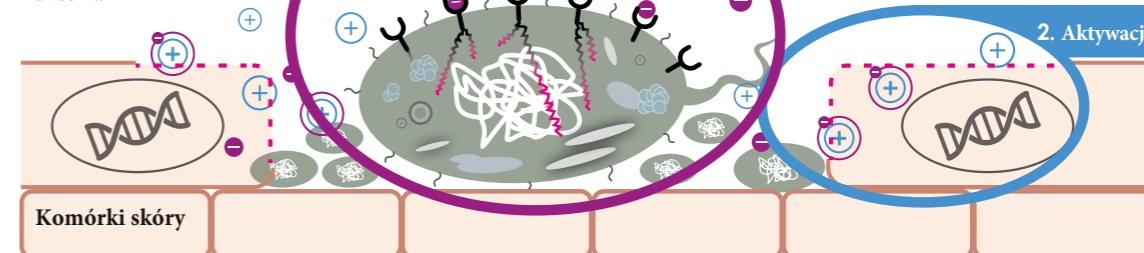
Pozytywny wpływ zimnej plazmy atmosferycznej na komórki human wynika ze stymulacji procesów wewnątrzkomórkowych inicjujących wzrost komórek poprzez gatunki reaktywne.<sup>34-35</sup> Efekt ten jest lokalnie ograniczony do najwyższej warstwy komórkowej. Wynika to między innymi z bardzo krótkiego okresu półtrwania reaktywnych gatunków, które już całkowicie zareagowały poprzez interakcję z górnymi komórkami lub otaczającą cieczą komórkową.<sup>36-37</sup>

## Zimna plazma (cold plasma)

CAP oddziałuje z mikroorganizmami, dezaktywuje komórkę i zapobiega proliferacji komórek niszcząc DNA

### 1. Mikroorganizmy innaktywacyjne

Bakteria



Separacja komórek w zdrowych komórkach jest stymulowana przez CAP. Wewnątrzkomórkowe kolejne procesy: uwalnianie cytokin, aktywacja naczyniory i metabolizm

Rysunek 2: biologiczny efekt plazmy



ONLY 1 MINUTE PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT OF RESISTANCES



REDUCTION OF BACTERIAL LOAD



SAFE – HEALTHY TISSUE IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR PATIENTS WITH PACEMAKERS



PORTABLE AND EASY-TO-USE



ACTIVATION OF WOUND HEALING

# Plasma medicine to go



**plasma care®** jest wyrobem medycznym używanym do dezynsekcji ran za pomocą zimnej plazmy atmosferycznej. Ma dość duży rozmiar i wagę podróżnej suszarki do włosów, jest ładowalny i ma żywotność baterii co najmniej 200 godzin w pełni naładowany.

W związku z tym urządzenie może być stosowane zarówno w sektorze klinicznym, jak i prywatnym, a także w dziedzinie usług opieki ambulatoryjnej i specjalistów od leczenia ran. Wskazania do stosowania CAP podano w tabeli po prawej stronie. opieka plazmowa® **plasma care®** jest ładowana indukcyjnie za pomocą stacji dokującej.



## WSKAZANIA

	Etiologia/przyczyna	Choroba/stan	Objawy i aspekty
<b>Rany przewlekłe</b>	tętnicze, żylnie, zakaźne, cukrzycowe, neuropatyczne, traumatyczne, naczyniowe	wrzody, odleżyny lub ropne zapalenie skóry zgorzeli	potencjalne wskazanie obciążenia bakteryjnego (proficzo-mlekowego), kolonizacji i zakażenia bakteriami
<b>Ostre, otwarte rany</b>	przyczyny mechaniczne	otarcia, skaleczenia, łuski, rany klute, rany wrodzone, avulsions, szczeliny, ukąszenia, rany postrzałowe, urazy udarowe, amputacja kończyn	potencjalne wskazanie obciążenia bakteryjnego (proficzo-mlekowego), kolonizacji i zakażenia bakteriami
	przyczyna termiczna	oparzenia, odmrożenia	
	chirurgiczny	rana chirurgiczna, wtórne gojenie ran chirurgicznych, miejsca przeszczepów skóry o pośredniej grubości	profilaktyka ran zagrożonych zakażeniem

## CONTRAINDICATION

Rany z ostrym i otwartym krwawieniem

Rany na odsłoniętych narządach wewnętrznych (obszar chirurgiczny)

Rany na błonach śluzowych

Rany w okolicy głowy i szyi

Dzieci poniżej 12 roku życia

Tabela1: Wskazania i przeciwwskazania do stosowania **plasma care®**.



ONLY 1 MINUTE  
PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT  
OF RESISTANCES



REDUCTION OF  
BACTERIAL LOAD



SAFE –  
HEALTHY TISSUE  
IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR  
PATIENTS WITH  
PACEMAKERS



PORTABLE  
AND  
EASY-TO-USE



ACTIVATION  
OF WOUND  
HEALING





# plasma care®

## case reports

The **plasma care®** is used for patients with chronic wounds of various genesis, e. g. postoperative wound healing disorders, diabetic foot syndrome and decubitus. Here you will find some case reports:

### EXAMPLE: POST-OPERATIVE WOUND HEALING DISORDER

40-year-old male patient. Resection of a liposarcoma and partial resection of the costal arches C2-C5 right and C2-C4 left. Post-operative wound healing disorder with sternal putrid (purulent) wound abscess cavity – wound revision and application of a wound sealing system unsuccessful, formation of necrosis.

#### Treatment course:

- Cold plasma treatment over 13 weeks with an average of 3 applications/week.
- Regular removal of crusts and necroses, necrotic areas became smaller, the wound became flatter and closed from inside and from its edges.



Initial situation, Oct 2019

End of January 2020

### EXAMPLE CASE: DECUBITUS ON THE NECK

64-year-old female patient. Post-polio syndrome, chronic respiratory and ventilatory insufficiency, Gr. III obesity, hypercapnic coma. Hypergranulating pressure ulcer on the neck, due to friction and moisture on the strap of the respiratory mask, stagnation in the granulation phase.

#### Treatment course:

- 7 cold plasma treatments (6 x 2 min, 1 x 1 min) over 3 weeks, first treatments were performed on 6 days in a row.
- The wound was completely epithelialized after 22 days.

(Picture documentation following page)

Continued picture documentation decubitus



Day 0, Initial situation

Day 1, 1 CAP treatment

Day 8, 6 CAP treatments

Day 15, 7 CAP treatments

Day 22, completely epithelialized

### EXAMPLE: POST-OPERATIVE WOUND HEALING DISORDER

77-year-old female patient, secondary healing wound (split skin transplantation and flap wound plastic) as a result of trauma (contusion) in a car accident, wound healing disorder with known CVI and heart failure, infection with enterobacter aerogenes, additional tendency to edema formation in the lower legs.

#### Treatment course:

- 2 cold plasma treatments per week (1 min each).
- changeover to moist wound care to soften the incrustations and necroses
- mechanical cleaning
- after 18 treatments over 11 weeks, wound completely epithelialized except for punctual superficial skin gap (wound size: 0.22 x 0.17 cm).



Week 0, Initial situation

Week 1, 3 CAP Treatments

Week 2, 5 CAP treatments

Week 8, 7 CAP treatments

Week 11, 18 CAP treatments



ONLY 1 MINUTE  
PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT  
OF RESISTANCES



REDUCTION OF  
BACTERIAL LOAD



SAFE –  
HEALTHY TISSUE  
IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR  
PATIENTS WITH  
PACEMAKERS



PORTABLE  
AND  
EASY-TO-USE



ACTIVATION  
OF WOUND  
HEALING

# plasma care® – small medical device with big effect

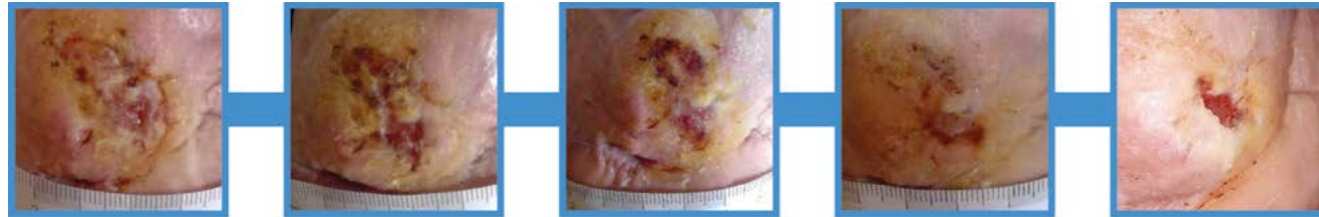
The **plasma care®** is on market since July 2019. This medical device uses cold atmospheric plasma to inactivate microorganisms including multi-resistant pathogens. Even stimulation of wound healing can also be observed in some patients. Here are some case reports on wound treatment:

## EXAMPLE: POST-OPERATIVE WOUND HEALING DISORDER

63-year-old female patient with a traumatic transtibial amputation of the right lower leg, post-operative wound healing disorder on the stump (support surface to the prosthesis), followed by a flap plastic surgery, no wound healing for over 1½ years – no infection.

### Treatment course:

- 9 cold plasma treatments (1 min/13 cm<sup>2</sup>) within 3.5 weeks.
- Reduction of wound size from 2.04 cm x 1.87 cm (L x W) to 0.48 cm x 0.51 cm (L x W)



Day 0, Initial situation      Day 1, 1 CAP treatment      Day 7, 3 CAP treatments      Day 21, 6 CAP treatments      Day 25, 9 CAP treatments

## EXAMPLE CASE: DIABETIC FOOT SYNDROME

50-year-old male patient with diabetic foot syndrome. Infected ulcers above the metatarsal bones (left) and necrotic 4th toe, amputation due to worsening of the wound situation, wound infection with partially resistant corynebacteria, enterococci and staphylococci.

### Treatment course:

- 2 cold plasma treatments per week for the first 3 weeks, followed by application every 14 days thereafter (9 treatments in 12 weeks) as part of the dressing change
- Healing within 12 weeks after beginning of plasma therapy

(Picture documentation following page)

Continued picture documentation diabetic foot syndrome



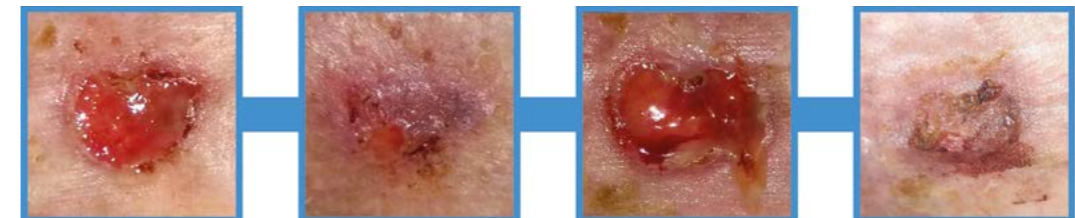
Day 0, Initial situation      Day 2, 2 CAP treatment      Day 14, 4 CAP treatments      Day 42, 7 CAP treatments      Day 83, 9 CAP treatments

## EXCAMPLE CASE: ULCUS CRURIS

77-year-old female patient, bedridden due to a cervical spinal injury. Ulcus recurrence of unclear origin on the right lower leg, no edema, vascular structure unclear. Wound healing stagnated for several months, partly purulent coatings, patient suffers from severe pain during mechanical wound cleaning.

### Treatment course:

- 8 cold plasma treatments (1 min) within 4 weeks resulted in significant reduction of wound size
- Progressive epithelialization, pain relief
- Interruption of CAP treatment caused ulcer recurrence
- Complete epithalization of wound 4 weeks after restart of CAP therapy (2 x 1 min/week)



Initial situation      8 CAP treatments      Relapse after interruption of therapy      restart: after 8 CAP treatments



ONLY 1 MINUTE  
PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT  
OF RESISTANCES



REDUCTION OF  
BACTERIAL LOAD



SAFE –  
HEALTHY TISSUE  
IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR  
PATIENTS WITH  
PACEMAKERS



PORTABLE  
AND  
EASY-TO-USE



ACTIVATION  
OF WOUND  
HEALING



# Literature

1. Gerling, T.; Weltmann, K. 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](https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_1).
2. Heinlin, J.; Morfill, G.; Landthaler, M.; Stolz, W.; Isbary, G.; Zimmermann, J. L.; Shimizu, T.; Karrer, 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>. **FREE ACCESS**
3. Isbary, G.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Stolz, W.; Thomas, H. M.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L. Cold Atmospheric Plasma Devices for Medical Issues. *Expert Rev. Med. Devices* 2013, 10 (3), 367–377. <https://doi.org/10.1586/erd.13.4>.
4. Leduc, M.; Guay, D.; Leask, R. L.; Coulombe, S. Cell Permeabilization Using a Non-Thermal Plasma. *New J. Phys.* 2009, 11 (11), 115021. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/11/11/115021>. **FREE ACCESS**
5. Yonson, S.; Coulombe, S.; Léveillé, V.; Leask, R. L. Cell Treatment and Surface Functionalization Using a Miniature Atmospheric Pressure Glow Discharge Plasma Torch. *J. Phys. Appl. Phys.* 2006, 39 (16), 3508–3513. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/39/16/S08>.
6. Helmke, A. Niedertemperaturplasma: Eigenschaften, Wirkungen und Gerätetechnik. In *Plasmamedizin*; Metelmann, H.-R., von Woedtke, T., Weltmann, K.-D., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2016; pp 33–45. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_3).
7. von Woedtke, T.; Schmidt, A.; Bekeschus, S.; Wende, K. Wissenschaftliche Grundlagen, Stand und Perspektiven der Plasmamedizin. In *Plasmamedizin*; Metelmann, H.-R., von Woedtke, T., Weltmann, K.-D., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2016; pp 17–32. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_2).
8. Arndt, S.; Landthaler, M.; Zimmermann, J. L.; Unger, P.; Wacker, E.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Morfill, G. E.; Bosserhoff, A.-K.; Karrer, S. Effects of Cold Atmospheric Plasma (CAP) on  $\beta$ -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> **FREE ACCESS**
9. Arndt, S.; Unger, P.; Wacker, E.; Shimizu, T.; Heinlin, J.; Li, Y.-F.; Thomas, H. M.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L.; Bosserhoff, A.-K.; 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>. **FREE ACCESS**
10. Isbary, G.; Stolz, W.; Shimizu, T.; Monetti, R.; Bunk, W.; Schmidt, H.-U.; Morfill, G. E.; Klämpfl, T. G.; Steffes, B.; Thomas, H. M.; 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.cpme.2013.06.001>.
11. Ermolaeva, S. A.; Varfolomeev, A. F.; Chernukha, M. Y.; Yurov, D. S.; Vasiliev, M. M.; Kaminskaya, A. A.; Moisenovich, M. M.; Romanova, J. M.; Murashev, A. N.; Selezneva, I. I.; et al. Bactericidal Effects of Non-Thermal Argon Plasma in Vitro, in Biofilms and in the Animal Model of Infected Wounds. *J. Med. Microbiol.* 2011, 60 (1), 75–83. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.020263-0>. **FREE ACCESS**
12. Klämpfl, T. G.; Isbary, G.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Zimmermann, J. L.; Stolz, W.; Schlegel, J.; Morfill, G. E.; Schmidt, H.-U. Cold Atmospheric Air Plasma Sterilization against Spores and Other Microorganisms of Clinical Interest. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012, 78 (15), 5077–5082. <https://doi.org/10.1128/AEM.00583-12>. **FREE ACCESS**
13. Maisch, T.; Shimizu, T.; Isbary, G.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Klämpfl, T. G.; Li, Y.-F.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L. Contact-Free Inactivation of *Candida Albicans* Biofilms by Cold Atmospheric Air Plasma. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012, 78 (12), 4242–4247. <https://doi.org/10.1128/AEM.07235-11>. **FREE ACCESS**
14. Maisch, T.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L. Decolonisation of MRSA, *S. Aureus* and *E. Coli* by Cold-Atmospheric Plasma Using a Porcine Skin Model in Vitro. *PLoS One* 2012, 7 (4), e34610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034610>. **FREE ACCESS**
15. Boxhammer, V.; Li, Y. F.; Köritzer, J.; Shimizu, T.; Maisch, T.; Thomas, H. M.; Schlegel, J.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L. Investigation of the Mutagenic Potential of Cold Atmospheric Plasma at Bactericidal Dosages. *Mutat. Res.* 2013, 753 (1), 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2012.12.015>.
16. Isbary, G.; Köritzer, J.; Mitra, A.; Li, Y.-F.; Shimizu, T.; Schroeder, J.; Schlegel, J.; Morfill, G. E.; Stolz, W.; Zimmermann, J. L. Ex Vivo Human Skin Experiments for the Evaluation of Safety of New Cold Atmospheric Plasma Devices. *Clin. Plasma Med.* 2013, 1 (1), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2012.10.001>.
17. Morfill, G.; Stolz, W. Forschungs-Projekt "Plasma-Medizin" Phase II: Niedertemperatur-Argon-Plasma zur in-vivo-Sterilisation chronischer Wunden—Abschlussbericht. November 7, 2014. **FREE ACCESS**
18. Isbary, G.; Morfill, G.; Schmidt, H. U.; Georgi, M.; Ramrath, K.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Landthaler, M.; Shimizu, T.; Steffes, B.; et al. A 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>.
19. Isbary, G.; Heinlin, J.; Shimizu, T.; Zimmermann, J. L.; Morfill, G.; Schmidt, H.-U.; Monetti, R.; Steffes, B.; Bunk, W.; Li, Y.; 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>.
20. Heinlin, J.; Zimmermann, J. L.; Zeman, F.; Bunk, W.; Isbary, G.; Landthaler, M.; Maisch, T.; Monetti, R.; Morfill, G.; Shimizu, T.; 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>.
21. Isbary, G.; Shimizu, T.; Zimmermann, J. L.; Heinlin, J.; Al-Zaabi, S.; Rechfeld, M.; Morfill, G. E.; Karrer, S.; Stolz, W. Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial Showed Cold Atmospheric Argon Plasma Relieved Acute Pain and Accelerated Healing in Herpes Zoster. *Clin. Plasma Med.* 2014, 2 (2), 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2014.07.001>.
22. Isbary, G.; Morfill, G.; Zimmermann, J.; Shimizu, T.; Stolz, W. Cold Atmospheric Plasma: A Successful Treatment of Lesions in Hailey-Hailey Disease. *Arch. Dermatol.* 2011, 147 (4), 388–390. <https://doi.org/10.1001/archdermatol.2011.57>.
23. Isbary, G.; Shimizu, T.; Zimmermann, J. L.; Thomas, H. M.; Morfill, G. E.; Stolz, W. Cold Atmospheric Plasma for Local Infection Control and Subsequent Pain Reduction in a Patient with Chronic Post-Operative Ear Infection. *New Microbes New Infect.* 2013, 1 (3), 41–43. <https://doi.org/10.1002/2052-2975.19>. **FREE ACCESS**
24. Brehmer, F.; Haenssle, H. A.; Daeschlein, G.; Ahmed, R.; Pfeiffer, S.; Görlich, A.; Simon, D.; Schön, M. P.; Wandke, D.; Emmert, S. Alleviation of Chronic Venous Leg Ulcers with a Hand-Held Dielectric Barrier Discharge Plasma Generator (PlasmaDerm® VU-2010): Results of a Monocentric, Two-Armed, Open, Prospective, Randomized and Controlled Trial (NCT01415622). *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2015, 29 (1), 148–155. <https://doi.org/10.1111/jdv.12490>.
25. Daeschlein, G.; Scholz, S.; Ahmed, R.; Majumdar, A.; von Woedtke, T.; Haase, H.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K. D.; et al. Cold Plasma Is Well-Tolerated and Does Not Disturb Skin Barrier or Reduce Skin Moisture. *J. Dtsch. Dermatol. Ges. J. Ger. Soc. Dermatol. JDDG* 2012, 10 (7), 509–515. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2012.07857.x>.
26. Daeschlein, G.; Scholz, S.; Ahmed, R.; von Woedtke, T.; Haase, H.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Juenger, M. Skin Decontamination by Low-Temperature Atmospheric Pressure Plasma Jet and Dielectric Barrier Discharge Plasma. *J. Hosp. Infect.* 2012, 81 (3), 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2012.02.012>.
27. Daeschlein, G.; Napp, M.; Lutze, S.; Arnold, A.; von Podewils, S.; Guembel, D.; Jünger, M. 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>.
28. Daeschlein, G.; Napp, M.; von Podewils, S.; Scholz, S.; Arnold, A.; Emmert, S.; Haase, H.; Napp, J.; Spitzmueller, R.; Gümbel, D.; et al. Antimicrobial Efficacy of a Historical High-Frequency Plasma Apparatus in Comparison With 2 Modern, Cold Atmospheric Pressure Plasma Devices. *Surg. Innov.* 2015, 22 (4), 394–400. <https://doi.org/10.1177/1553350615573584>.
29. 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.* 10, 3066 (2020)
30. Hoon Park, J. et al. A comparative study for the inactivation of multidrug resistance bacteria using dielectric barrier discharge and nano-second pulsed plasma. *Sci. Rep.* 5, 13849 (2015)
31. Zimmermann, J. L. et al. Test for bacterial resistance build-up against plasma treatment. *New J. Phys.* 14, 073037 (2012)
32. Bourke, P., Zuzina, D., Han, L., Cullen, P. J. & Gilmore, B. F. Microbiological interactions with cold plasma. *J. Appl. Microbiol.* 123, 308–324 (2017)
33. Filipić, A., Gutierrez-Aguirre, I., Primc, G., Mozetič, M. & Dobnik, D. Cold Plasma, a New Hope in the Field of Virus Inactivation. *Trends Biotechnol.* 38, 1278–1291 (2020)
34. Arndt, S. et al. Effects of cold atmospheric plasma (CAP) on  $\beta$ -defensins, inflammatory cytokines, and apoptosis-related molecules in keratinocytes in vitro and in vivo. *PLoS One* 10, e0120041 (2015)
35. 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* 8, e79325 (2013)
36. Schmidt, A., Bekeschus, S., Wende, K., Vollmar, B. & von Woedtke, T. A cold plasma jet accelerates wound healing in a murine model of full-thickness skin wounds. *Exp. Dermatol.* 26, 156–162 (2017)
37. Leduc, M., Guay, D., Leask, R. L. & Coulombe, S. Cell permeabilization using a non-thermal plasma. *New J. Phys.* 11, 115021 (2009)
38. Von Woedtke, T., Schmidt, A., Bekeschus, S., Wende, K. & Weltmann, K.-D. Plasma Medicine: A Field of Applied Redox Biology. *In Vivo* 33, 1011–1026 (2019)



ONLY 1 MINUTE  
PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT  
OF RESISTANCES



REDUCTION OF  
BACTERIAL LOAD



SAFE –  
HEALTHY TISSUE  
IS NOT DAMAGED



SUITABLE FOR  
PATIENTS WITH  
PACEMAKERS



PORTABLE  
AND  
EASY-TO-USE



ACTIVATION  
OF WOUND  
HEALING

# Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





terraplasma  
MEDICAL

**terraplasma medical GmbH**

Parking 32 | 85748 Garching (Munich)  
Germany

Phone.: + 49 89 588 055 30

Fax: + 49 89 588 055 99

info@terraplasma-medical.com

www.terraplasma-medical.com

**Jens Kirsch** | Chief Executive Officer (CEO)

**Petra Speidel** | Chief Financial Officer (CFO)

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

**Prof. Dr. Dr. h.c. Gregor Morfill** | Scientific advisory council



ONLY 1 MINUTE  
PER APPLICATION



USER-FRIENDLY



NO DEVELOPMENT  
OF RESISTANCES



REDUCTION OF  
BACTERIAL LOAD