

Water-filtered infrared-A (wIRA) overcomes swallowing disorders and hypersalivation – a case report

Abstract

Case description: A patient with a Barrett oesophageal carcinoma and a resection of the oesophagus with gastric pull-up developed swallowing disorders 6 years and 2 months after the operation. Within 1 year and 7 months two recurrences of the tumor at the anastomosis were found and treated with combined chemoradiotherapy or chemotherapy respectively. 7 years and 9 months after the operation local tumor masses and destruction were present with no ability to orally drink or eat (full feeding by jejunal PEG tube); quality of life was poor, as saliva and mucus were very viscous (pulling filaments) and could not be swallowed and had to be spat out throughout the day and night resulting in short periods of sleep (awaking from the necessity to spit out). In total the situation was interpreted more as a problem related to a feeling of choking (with food or fluid) in the sense of a functional dysphagia rather than as a swallowing disorder from a structural stenosis.

At that time acetylcysteine (2 times 200 mg per day, given via the PEG tube) and irradiation with water-filtered infrared-A (wIRA), a special form of heat radiation, of the ventral part of the neck and the thorax were added to the therapy. Within 1 day with acetylcysteine saliva and mucus became less viscous. Within 2 days with wIRA (one day with 4 to 5 hours with irradiation with wIRA at home) salivation decreased markedly and quality of life clearly improved: For the first time the patient slept without interruption and without the need for sleep-inducing medication. After 5 days with wIRA the patient could eat his first soft dumpling although drinking of fluids was still not possible. After 2½ weeks with wIRA the patient could eat his first minced schnitzel (escalope).

Following the commencement of wIRA (with typically approximately 90–150 minutes irradiation with wIRA per day) the patient had 8 months with good quality of life with only small amounts of liquid saliva and mucus and without the necessity to spit out. During this period the patient was able to sleep during the night.

Discussion: The main physiological effects of water-filtered infrared-A (wIRA) are: wIRA increases tissue temperature, tissue oxygen partial pressure and tissue perfusion markedly.

The five main clinical effects of wIRA are: wIRA decreases pain, inflammation and exudation/hypersecretion, and promotes infection defense and regeneration, all in a cross-indication manner. Therefore there is a wide range of indications for wIRA.

The effects of wIRA are based on both its thermal effects (relying on transfer of heat energy) and thermic effects (temperature-dependent effects, occurring together with temperature changes) as well as on non-thermal and temperature-independent effects like direct effects on cells, cell structures or cell substances.

Conclusion: Besides in a variety of other indications for wIRA, in cases of swallowing disorders (functional dysphagia) and hypersalivation or hypersecretion of mucus the use of wIRA should be considered as part of the treatment regime for improving a patient's quality of life.

Keywords: water-filtered infrared-A, wIRA, thermal effects, non-thermal effects, reduction of hypersalivation, reduction of mucus, reduction of hypersecretion, tissue temperature, tissue perfusion, tissue oxygen partial pressure, regeneration, quality of life, otorhinolaryngology, ENT medicine, oncology, physical medicine

Gerd Hoffmann¹

1 Institute of Sports Sciences,
Johann Wolfgang Goethe
University, Frankfurt/Main,
Germany

Case description

A 54-year-old male patient was diagnosed with Barrett oesophageal carcinoma (pT1 M0 N0 R0). In the same month the oesophagus was resected with gastric pull-up operation in a university clinic which kept medical attendance over the whole time.

5 years after the operation hoarseness appeared being interpreted as paralysis of the recurrent nerve, although this was surprisingly at all times not thought to be related to the basic disease by the university hospital. (From the author's point of view the hoarseness can be interpreted as first sign of a recurrence of the tumor.)

6 years and 2 months after the operation swallowing disorders started to occur. 6 years and 4 months after the operation a recurrence of the tumor at the anastomosis was diagnosed and treated during the following 3 months with a combined chemoradiotherapy.

7 years and 4 months after the operation a second local stenosing recurrence of the tumor at the anastomosis was diagnosed and subsequently treated for 4 months with chemotherapy. Repeated ballon dilatations of the oesophagus were carried out in order to treat pronounced swallowing disorders. 7 years and 7 months after the operation, an implanted oesophageal stent was not tolerated (local pain) and had to be removed within a week. A second attempt to position an oesophageal stent led to a respiratory arrest and a revival situation. Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) was performed to position a jejunal PEG tube for feeding, bypassing the swallow disturbances. A diagnostic swallow of contrast material induced a choking response resulting in an atypical aspiration pneumonia.

7 years and 9 months after the operation local tumor masses and destruction (with e.g. erosion of the seventh cervical vertebra body, already found earlier) and suspicion of lung metastases (later confirmed) were present with no ability to orally drink or eat (full feeding by jejunal PEG tube): quality of life was poor, as saliva and mucus were very viscous (pulling filaments) and could not be swallowed and had to be spat out throughout the day and night resulting in short periods of sleep (awaking from the necessity to spit out). In total (taking into account several aspects including clinical observation of swallowing acts and the increase of amount of saliva spat out within a short time span) the situation was interpreted by the author, in contrast to the university hospital, more as a problem related to a feeling of choking (with food or fluid) in the sense of a functional dysphagia rather than as a swallowing disorder from a structural stenosis.

At that time, following advices by the author, acetylcysteine (2 times 200 mg per day, given via the PEG tube) and irradiation with water-filtered infrared-A (wIRA) – a special form of heat radiation (Figure 1) [1], [2], [3] – of the ventral part of the neck and the thorax were added to the therapy (manufacturer of the wIRA radiator: Hydrosun, Müllheim, Germany, radiator type Hydrosun 750 FS). Within 1 day with acetylcysteine saliva and mucus became less viscous. Within 2 days with wIRA (one day with

4 to 5 hours with irradiation with wIRA at home; Figure 2), salivation decreased markedly and the patient's quality of life clearly improved: For the first time the patient slept without interruption and without the need for sleep-inducing medication. After five days with wIRA the patient could eat his first soft dumpling although drinking of fluids was still not possible. After 2½ weeks with wIRA the patient could eat his first minced schnitzel (escalope). The ability to swallow concentrated/increased fluids, more in the sense of an eating than a drinking, was regained. Following the commencement of wIRA (with typically approximately 90–150 minutes irradiation with wIRA per day) the patient had 8 months with good quality of life with only small amounts of liquid saliva and mucus and without the necessity to spit out. During these 8 months the patient was able to sleep during the night. Some weeks after the commencement of wIRA, following consideration by the author, some additional aspects were optimized: As the patient combined oral nutrition intake with PEG tube feeding, a different PEG nutrition was chosen which induces much less viscous saliva. In addition, therapeutic training from a speech therapist having a special education in swallowing disorders was started and performed regularly.

Unfortunately the basic disease progressed – in spite of additional chemotherapy – and the patient died 8 years and 5 months after the operation (8½ months after starting with wIRA).

Discussion

Water-filtered infrared-A (wIRA) is a special form of heat radiation (in the range 780–1400 nm) with high tissue penetration and a low thermal load to the skin surface (Figure 1) [1], [2], [3], [4], [5].

Water-filtered infrared-A is produced by special radiators. The complete broadband radiation of a 3000 Kelvin halogen bulb is passed through a cuvette containing water [2], [6]. The water in the cuvette absorbs or decreases those parts of infrared radiation (most parts of infrared-B and -C and the absorption bands of water within infrared-A), which would otherwise, by reacting with water molecules in the skin, cause an undesired thermal load to the surface of the skin (Figure 1) [1], [4], [7], [8], [9], [10].

The remaining wIRA radiation (in the range 780–1400 nm) has a high penetration capacity in tissue so that in comparison to conventional unfiltered infrared radiation a considerably higher amount of energy can be transferred deeply into the tissue while the thermal load to the skin surface remains low [4], [11], [12]. Thermography shows different skin surface temperature with the same total irradiance: a water-filtered infrared-A radiator causes a lower skin surface temperature than conventional infrared radiators without water-filter [4]. With equal skin surface temperature the total irradiance of infrared-A of a water-filtered infrared-A radiator is nearly 4–9-fold compared to conventional infrared radiators without wa-

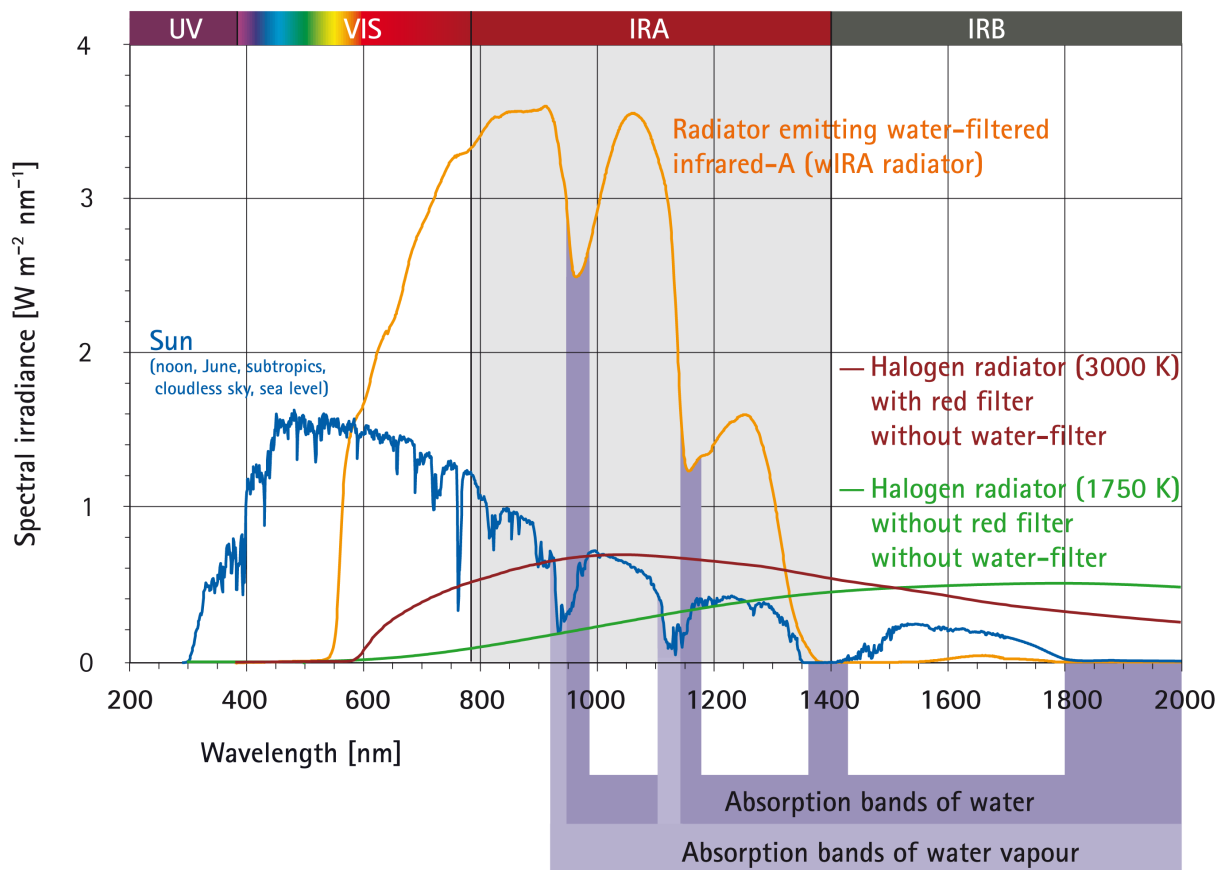


Figure 1: Comparison of the spectra of a radiator with water-filtered infrared-A (wIRA) and of the sun measured under a cloudless sky at noon in June at sea level in the subtropics and of two different halogen radiators without water-filter for therapeutic and wellness applications (with kind permission of Dr. Helmut Piazena, Charité Berlin; from [13]).

The presented spectral irradiances of the wIRA radiator and of the two different halogen radiators cause the same skin surface temperature rise in humans (temperature-related equivalence of the irradiances). The presented solar irradiance is near the maximum possible value in the subtropics at noon in midsummer on the surface of the Earth at sea level with cloudless sky.

The relations between the four presented spectra are therefore realistic.

A typical wIRA radiator emits no ultraviolet radiation (UV) and almost no infrared-B and infrared-C radiation (less than 0.5% compared to 50–80% infrared-B and infrared-C in conventional infrared radiators without water-filter) (details in [13]).

ter-filter [3], [13]. For certain clinically relevant wavelengths, such as 820 nm [14], the irradiance can be even approximately 6–30-fold (see Figure 1) [5], [13], [15], [16]. A typical wIRA radiator emits no ultraviolet radiation (UV) and almost no infrared-B and infrared-C (less than 0.5% compared to 50–80% infrared-B and infrared-C in conventional infrared radiators without water-filter) [4], [5], [11], [12], [13], [15], [16], [17].

wIRA increases tissue temperature (+2.7°C at a tissue depth of 2 cm), tissue oxygen partial pressure (+32% at a tissue depth of 2 cm) and tissue perfusion [3], [18].

The 5 main clinical effects of wIRA are: wIRA decreases pain, inflammation and exudation/hypersecretion, and promotes infection defense and regeneration, all in a cross-indication manner [1], [3], [4]. Therefore there is a wide range of clinical indications for wIRA (see e.g. in [2], [19]).

The effects of wIRA are based on both its thermal effects (relying on transfer of heat energy) and thermic effects (temperature-dependent effects, occurring together with temperature changes) as well as on non-thermal and

temperature-independent effects like direct effects on cells, cell structures or cell substances [1], [2], [3], [4].

Decrease of pain and inflammation and promotion of infection defense and regeneration can be explained both by thermal and non-thermal effects [2], [19]. Concerning decrease of pain by wIRA an increased perfusion allows a better elimination of accumulated metabolites, as pain mediators, lactate, or bacterial toxins, and increases – together with an increased tissue temperature – metabolism (improved metabolism of accumulated substances and improved regeneration) [18]; non-thermal effects include direct effects on cells and cellular structures and substances and perhaps as well on nociceptors [18]; in addition wIRA relaxes muscles and decreases pain by this as well [19]. Thermal effects include an increased energy production – which is decisive for a variety of processes including regeneration – by higher temperature and higher oxygen partial pressure [1], [2].

A decrease of exudation/hypersecretion by wIRA is observed e.g. as well in wounds [3], [5] and can be explained by non-thermal effects [2], [19].



Figure 2: Irradiation with water-filtered infrared-A (wIRA) at home.
(A radiator for wIRA emits – besides wIRA – as well visible light.)

Concerning non-thermal effects the energy-rich wavelengths near to visible light – approximately 780–1000 nm (800–900 nm [20], [21], [22], 800 nm [23], 820 nm [14], 830 nm [24]) – seem to be the clinically most important part of wIRA [2], [5].

Non-thermal effects include an influence on the cytochrome C oxidase in the mitochondria: cytochrome C oxidase is known as universal photo acceptor for radiation of approximately 600–1000 nm with absorption maxima at 620, 680, 760 and 825 nm [25], [26], [27]. By absorption of radiation the cytochrome C oxidase can induce signalling cascades and therefore has regulatory function far beyond energy production, described in detail in [2], based on [14], [25], [26], [27].

In the patient case mentioned above the decrease of hypersecretion (hypersalivation) and the overcoming of a swallowing disorder (interpreted for most of the time span more as a problem of choking in the sense of a functional dysphagia rather than as a swallowing disorder from a structural stenosis; swallowing as a complex nerve function), possibly interpretable as regeneration of nerve function, were the two most important underlying effects of wIRA concerning improving his quality of life.

The patient clearly benefited from some general features of wIRA, as mentioned e.g. in [1], [2], [3], [5]: All irradiations of the patient with wIRA were done at home and were contact-free without the use of expendable materials and were felt to be pleasant. A moderate irradiance was always used by choosing enough distance between radiator and uncovered skin (see Figure 2), approximately two times the length of the distance rod (distance rod = minimum irradiation distance). After receiving instructions in proper and safe use of wIRA the patient could easily apply wIRA at home by himself. This allowed long daily irradiation times and use of wIRA even at weekends and avoided the necessity of visiting a physician or a physiotherapist with a wIRA radiator for each treatment, thereby saving both time and money.

Even bronchial hypersecretion can be markedly decreased by thoracic irradiation with wIRA. Pulseoximetrically measured haemoglobin oxygen saturation, in another patient, increased reproducibly within approximately 20–30 minutes without taking other actions (especially without tracheal suction) from 90 to 95% [2].

As wIRA can improve the regeneration of nerve function, wIRA can be used to treat polyneuropathia (polyneuro-

pathia with unknown reason or polyneuropathia induced e.g. by chemotherapy) and to decrease paresthesia markedly [2], [19].

It should be emphasized that in this case report wIRA was used only symptomatically and not as part of a causal therapy, although wIRA can be combined successfully in oncology with radiation therapy or with chemotherapy [28], [29], [30], [31], [32].

The case description is in accordance with the assessment of a palliative care ward of another university hospital that water-filtered infrared-A (wIRA) can cause impressive positive effects especially in patients with irradiated head and neck tumors.

Conclusion

Besides in a variety of other indications for wIRA, in cases of swallowing disorders (functional dysphagia) and hypersalivation or hypersecretion of mucus the use of wIRA should be considered as part of the treatment regime for improving a patient's quality of life.

Notes

Competing interests

The author is working for the Dr. med. h.c. Erwin Braun Foundation, Basel, a charitable, non-profit Swiss scientific foundation approved by the Swiss Federal Administration. The foundation supports clinical investigation of water-filtered infrared-A. The foundation was not involved in any content- or decision-related aspect of the case report. The author is not and was not employed by a commercial company or received fees or grants by a commercial company in the field of water-filtered infrared-A. Therefore, the author declares that no conflicts of interest exist according to the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors.

Ethical statement

Both the patient and his wife gave informed consent for the publication of a case report including the picture of the irradiation at home.

References

- Hoffmann G. Principles and working mechanisms of water-filtered infrared-A (wIRA) in relation to wound healing [review]. *GMS Krankenhaushyg Interdiszip.* 2007;2(2):Doc54. Online available from: <http://www.egms.de/pdf/journals/dgkh/2007-2/dgkh000087.pdf> (PDF) and <http://www.egms.de/en/journals/dgkh/2007-2/dgkh000087.shtml> (shtml).
- Hoffmann G. Wassergefiltertes Infrarot A in Chirurgie, Dermatologie, Sportmedizin und weiteren Bereichen. In: Krause R, Stange R, editors. *Lichttherapie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2012. p. 25-54. ISBN 13: 978-3-642-16938-0. As well online available from: URN: urn:nbn:de:hebis:30:3-241715; <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/24171>
- Hoffmann G, Hartel M, Mercer JB. Heat for wounds – water-filtered infrared-A (wIRA) for wound healing – a review. *GMS Ger Med Sci.* 2016;14:Doc08. DOI: 10.3205/000235, online available from: <http://www.egms.de/static/pdf/journals/gms/2016-14/000235.pdf> (PDF) and <http://www.egms.de/static/en/journals/gms/2016-14/000235.shtml> (shtml).
- Hoffmann G. Water-filtered infrared-A (wIRA) in acute and chronic wounds (bilingual review, English and German) [Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) bei akuten und chronischen Wunden (zweisprachige Übersicht, Englisch und Deutsch)]. *GMS Krankenhaushyg Interdiszip.* 2009;4(2):Doc12. DOI: 10.3205/dgkh000137, online available from: <http://www.egms.de/pdf/journals/dgkh/2009-4/dgkh000137.pdf> (PDF) and <http://www.egms.de/en/journals/dgkh/2009-4/dgkh000137.shtml> (shtml).
- Winkel R, Hoffmann G, Hoffmann R. Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) hilft Wunden heilen [Water-filtered infrared-A (wIRA) promotes wound healing]. *Chirurg.* 2014 Nov;85(11):980-92. DOI: 10.1007/s00104-014-2809-8, online available from: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00104-014-2809-8> and <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/35551>
- Rzeznik J. Die Technik zur loko-regionalen Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung. In: Vaupel P, Krüger W, editors. *Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung. Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten.* 2nd ed. Stuttgart: Hippokrates; 1995. p. 29-46.
- Cobarg CC. Physikalische Grundlagen der wassergefilterten Infrarot-A-Strahlung. In: Vaupel P, Krüger W, editors. *Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung: Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten.* 2nd ed. Stuttgart: Hippokrates; 1995. p. 19-28.
- Vaupel P, Rzeznik J, Stofft E. Wassergefilterte Infrarot-A-Strahlung versus konventionelle Infrarotstrahlung: Temperaturprofile bei lokoregionaler Wärmetherapie. *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed.* 1995;5(3):77-81. DOI: 10.1055/s-2008-1061959
- Stofft E, Vaupel P. Wassergefilterte Infrarot-A-Strahlung versus Fango-Paraffin-Packung: Temperaturprofile bei lokoregionaler Wärmetherapie. *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed.* 1996;6(1):7-11. DOI: 10.1055/s-2008-1061893
- Vaupel P, Stofft E. Wassergefilterte Infrarot-A-Strahlung im Vergleich zu konventioneller Infrarotstrahlung oder Fango-Paraffin-Packungen: Temperaturprofile bei lokaler Wärmetherapie. In: Vaupel P, Krüger W, editors. *Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung: Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten.* 2nd ed. Stuttgart: Hippokrates; 1995. p. 135-47.
- Piazena H, Kelleher DK. Effects of infrared-A irradiation on skin: discrepancies in published data highlight the need for an exact consideration of physical and photobiological laws and appropriate experimental settings. *Photochem Photobiol.* 2010 May-Jun;86(3):687-705. DOI: 10.1111/j.1751-1097.2010.00729.x
- Piazena H, Meffert H, Uebelhack R. Physikalische und photobiologische Grundlagen prophylaktischer und therapeutischer Infrarotanwendungen [Physical and photobiological basics for prophylactic and therapeutic application of infrared radiation]. *Akt Dermatol.* 2014;40(08/09):335-9. DOI: 10.1055/s-0034-1365750

13. Piazena H. File:WIRA-Wiki-GH-017E-en-Spectra-wIRA-sun-halogen-radiators.png. Comparison of the spectra of a radiator with water-filtered infrared-A (wIRA, 1) and of the sun measured under a cloudless sky at noon in June at sea level in the subtropics (2) and – as two examples – of two different halogen radiators without water-filter for therapeutic and wellness applications (3 and 4). Wikimedia Commons. [file version 2013 March 26; accessed 2017 March 11]. Available from: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WIRA-Wiki-GH-017E-en-Spectra-wIRA-sun-halogen-radiators.png>
14. Karu TI, Pyatibrat LV, Kalendo GS. Cell attachment to extracellular matrices is modulated by pulsed radiation at 820 nm and chemicals that modify the activity of enzymes in the plasma membrane. *Lasers Surg Med.* 2001;29(3):274-81. DOI: 10.1002/lsm.1119
15. Piazena H, Meffert H, Uebelhack R, Müller W, Pittermann W, Jung K, Kietzmann M. Thermische, schädigende und protektive Wirkungen von Infrarot-Hautbestrahlungen. In: Völker S, editor. Siebentes Symposium "Licht und Gesundheit": Eine Sondertagung der Technischen Universität Berlin und der Deutschen Akademie für Photobiologie und Phototechnologie (DAfP), der Deutschen Gesellschaft für Photobiologie (DGP) und der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG), 15.–16.03.2012 in Berlin. Berlin: Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, Universitätsbibliothek; 2012. ISBN: 978-3-7983-2405-3. p. 161-82. DOI: 10.14279/depositonce-3179
16. Hoffmann G. Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) in der Dermatologie. *Haut Dermatol Allergol Kosmetol.* 2013;24:228-9. As well online available from: <http://publikationen.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/32142>
17. Piazena H, Pittermann W, Müller W, Jung K, Kelleher DK, Herrling T, Meffert P, Uebelhack R, Kietzmann M. Effects of water-filtered infrared-A and of heat on cell death, inflammation, antioxidative potential and of free radical formation in viable skin – first results. *J Photochem Photobiol B.* 2014 Sep 5;138:347-54. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2014.06.007
18. Hartel M, Hoffmann G, Wente MN, Martignoni ME, Büchler MW, Friess H. Randomized clinical trial of the influence of local water-filtered infrared A irradiation on wound healing after abdominal surgery. *Br J Surg.* 2006 Aug;93(8):952-60. DOI: 10.1002/bjs.5429
19. Hoffmann G. Klinische Anwendungen von wassergefiltertem Infrarot A (wIRA) - eine Übersicht. *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed.* 2017 Okt [in press]. DOI: 10.1055/s-0043-113047
20. Albrecht-Buehler G. Surface extensions of 3T3 cells towards distant infrared light sources. *J Cell Biol.* 1991 Aug;114(3):493-502. DOI: 10.1083/jcb.114.3.493
21. Albrecht-Buehler G. Cellular infrared detector appears to be contained in the centrosome. *Cell Motil Cytoskeleton.* 1994;27(3):262-71. DOI: 10.1002/cm.970270307
22. Albrecht-Buehler G. A long-range attraction between aggregating 3T3 cells mediated by near-infrared light scattering. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2005;102(14):5050-5. DOI: 10.1073/pnas.0407763102
23. Ehrlicher A, Betz T, Stuhmann B, Koch D, Milner V, Raizen MG, Kas J. Guiding neuronal growth with light. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2002;99(25):16024-8. DOI: 10.1073/pnas.252631899
24. Chow RT, Heller GZ, Barnsley L. The effect of 300 mW, 830 nm laser on chronic neck pain: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Pain.* 2006 Sep;124(1-2):201-10. DOI: 10.1016/j.pain.2006.05.018
25. Karu TI. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. *IUBMB Life.* 2010 Aug;62(8):607-10. DOI: 10.1002/iub.359
26. Karu TI. Mitochondrial mechanisms of photobiomodulation in context of new data about multiple roles of ATP. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(2):159-60. DOI: 10.1089/pho.2010.2789
27. Karu TI. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol.* 2008;84(5):1091-9. DOI: 10.1111/j.1751-1097.2008.00394.x
28. Notter M, Germond JF, Berz J, Berz R. Thermographically guided irradiation with water-filtered infrared-A (wIRA) and radiotherapy in breast cancer recurrences – First experiences and temperature analysis. *Thermology Int.* 2011;21(2):47–53.
29. Notter M. Thermography controlled wIRA-hyperthermia & low dose re-irradiation in recurrent breast cancer. *Oncothermia J.* 2014;10:78.
30. Notter M, Piazena H, Vaupel P. Hypofractionated re-irradiation of large-sized recurrent breast cancer with thermography-controlled, contact-free water-filtered infra-red-A hyperthermia: a retrospective study of 73 patients. *Int J Hyperthermia.* 2017;33(2): 227-236. DOI: 10.1080/02656736.2016.1235731
31. Sulyok I, Fleischmann E, Stift A, Roth G, Leberherz-Eichinger D, Kasper D, Spittler A, Kimberger O. Effect of preoperative fever-range whole-body hyperthermia on immunological markers in patients undergoing colorectal cancer surgery. *Br J Anaesth.* 2012 Nov;109(5):754-61. DOI: 10.1093/bja/aes248
32. Rich LJ, Winslow TB, Alberico RA, Repasky EA, Seshadri M, Singh AK. Enhanced tumour perfusion following treatment with water-filtered IR-A radiation to the thorax in a patient with head and neck cancer. *Int J Hyperthermia.* 2016 Aug;32(5):539-42. DOI: 10.3109/02656736.2016.1167259
33. Piazena H. File:WIRA-Wiki-GH-017C-de-Spektren-wIRA-Sonne-Halogenstrahler.png. Vergleich der Spektren eines Strahlers für wassergefiltertes Infrarot A (wIRA, 1) und der Sonne in den Subtropen bei wolkenlosem Himmel am Mittag im Juni in Meeresspiegellhöhe (2) sowie beispielhaft von zwei unterschiedlichen Halogenstrahlern ohne Wasserfilterung für therapeutische und Wellnessanwendungen (3 und 4). Wikimedia Commons. (Version 26.03.2013; aufgerufen 11.03.2017.) Zugänglich unter: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WIRA-Wiki-GH-017C-de-Spektren-wIRA-Sonne-Halogenstrahler.png>

Corresponding author:

Prof. Dr. med. Gerd Hoffmann
 Institute of Sports Sciences, Johann Wolfgang Goethe
 University, Ginnheimer Landstraße 39, 60487
 Frankfurt/Main, Germany, Phone+Q: +49-6181-62287
 Hoffmann@em.uni-frankfurt.de

Please cite as

Hoffmann G. Water-filtered infrared-A (wIRA) overcomes swallowing disorders and hypersalivation – a case report. *GMS Ger Med Sci.* 2017;15:Doc11.
 DOI: 10.3205/000252, URN: urn:nbn:de:0183-0002523

This article is freely available from

<http://www.egms.de/en/journals/gms/2017-15/000252.shtml>

Received: 2017-03-13

Revised: 2017-06-13

Published: 2017-08-03

Copyright

©2017 Hoffmann. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) überwindet Schluckstörungen und vermehrte Speichelbildung – ein Fallbericht

Zusammenfassung

Fallbeschreibung: Ein Patient mit einem Barrett-Ösophagus-Karzinom und Resektion des Ösophagus mit Magenhochzug-Operation bekam 6 Jahre und 2 Monate nach der Operation Schluckbeschwerden. Innerhalb von 1 Jahr und 7 Monaten wurden zwei Tumorrezidive an der Anastomose gefunden und mit kombinierter Radio-Chemo-Therapie bzw. Chemotherapie behandelt. 7 Jahre und 9 Monate nach der Operation bestanden lokale Tumormassen und Destruktion ohne Möglichkeit, etwas oral zu trinken oder zu essen (Ernährung vollständig über eine jejunale PEG-Sonde): die Lebensqualität war schlecht, da Speichel und Schleim sehr zäh (fädenziehend) waren und nicht geschluckt werden konnten, sondern Tag und Nacht ausgespuckt werden mussten, so dass nachts keine längere Zeitspanne geschlafen werden konnte (durch die Notwendigkeit auszuspucken jeweils wachwerdend). Insgesamt wurde die Situation mehr als eine funktionelle Schluckstörung/Dysphagie denn als ein strukturelles stenotisches Problem gewertet.

Zu diesem Zeitpunkt wurden Acetylcystein (zweimal täglich 200 mg über die PEG-Sonde) und Bestrahlung mit wassergefiltertem Infrarot A (wIRA), eine spezielle Form der Wärmestrahlung, der ventralen Seite des Halses und des Thorax zur Therapie dazugenommen. Innerhalb eines Tages mit Acetylcystein wurden Speichel und Schleim weniger zäh. Innerhalb von 2 Tagen mit wIRA (ein Tag mit 4–5 Stunden Bestrahlung mit wIRA zuhause) nahm die Speichelbildung deutlich ab und die Lebensqualität verbesserte sich ganz offensichtlich: zum ersten Mal schlief der Patient ohne Unterbrechung und ohne Schlafmittel. Nach 5 Tagen mit wIRA konnte der Patient seinen ersten weichen Kloß essen, Trinken von Flüssigkeiten war zu diesem Zeitpunkt noch nicht wieder möglich. Nach 2½ Wochen mit wIRA konnte der Patient sein erstes kleingeschnittenes Schnitzel essen.

Ab dem Beginn mit wIRA hatte der Patient 8 Monate mit guter Lebensqualität mit nur kleinen Mengen an flüssigem Speichel und Schleim und ohne Notwendigkeit auszuspucken (mit typischerweise ungefähr 90–150 Minuten Bestrahlung mit wIRA täglich). In dieser Zeitspanne konnte der Patient während der Nacht schlafen.

Diskussion: Die physiologischen Haupteffekte von wassergefiltertem Infrarot A (wIRA) sind: wIRA steigert die Gewebetemperatur, den Gewebesauerstoffpartialdruck und die Gewebedurchblutung deutlich.

Die fünf klinischen Hauptwirkungen von wIRA sind: wIRA mindert Schmerzen, Entzündung und Exsudation/Hypersekretion, und fördert Infektionsabwehr und Regeneration, alles indikationsübergreifend. Entsprechend gibt es eine Vielzahl von klinischen Indikationen für wIRA. Die Effekte von wIRA beruhen sowohl auf seinen thermischen (auf der Übertragung von Wärmeenergie basierenden) und temperaturabhängigen (mit Temperaturänderung auftretenden) als auch auf seinen nicht-thermischen und temperaturunabhängigen Effekten wie direkten Effekten auf Zellen, Zellstrukturen oder Zellsubstanzen.

Schlussfolgerung: Außer bei einer Vielzahl anderer Indikationen für wIRA sollte die Anwendung von wIRA bei Schluckstörungen (funktioneller Dysphagie, Verschlucken) und vermehrter Speichelbildung oder Hyper-

Gerd Hoffmann¹

1. Institut für Sportwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Deutschland

sekretion von Schleim als Teil der Behandlung zur Verbesserung der Lebensqualität des Patienten erwogen werden.

Schlüsselwörter: Wassergefiltertes Infrarot A, wIRA, thermische Effekte, nicht-thermische Effekte, Abnahme vermehrter Speichelbildung, Abnahme von Schleimbildung, Abnahme einer Hypersekretion, Gewebetemperatur, Gewebedurchblutung, Gewebesauerstoffpartialdruck, Regeneration, Lebensqualität, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, HNO, Onkologie, Physikalische Medizin

Fallbeschreibung

Ein männlicher Patient wurde im Alter von 54 Jahren nach Diagnose eines Barrett-Ösophagus-Karzinoms (pT1 MO NO RO) im selben Monat durch Resektion des Ösophagus mit Magenhochzug-Operation behandelt. Die Universitätsklinik, in der die Operation durchgeführt wurde, übernahm auch die medizinische Betreuung über die gesamte Zeit.

5 Jahre nach der Operation trat Heiserkeit auf, die als Rekurrensparese interpretiert wurde und von der Universitätsklinik – selbst über den gesamten Krankheitsverlauf – erstaunlicherweise nicht in Bezug zur Grunderkrankung gesetzt wurde. (Aus Sicht des Autors kann die Heiserkeit als erstes Zeichen eines Tumorrezidivs gewertet werden.)

6 Jahre und 2 Monate nach der Operation begannen Schluckstörungen aufzutreten. 6 Jahre und 4 Monate nach der Operation wurde ein Tumorrezidiv an der Anastomose diagnostiziert und innerhalb der nächsten 3 Monate mit einer kombinierten Radio-Chemo-Therapie behandelt.

7 Jahre und 4 Monate nach der Operation wurde ein zweites lokales stenosierendes Tumorrezidiv an der Anastomose diagnostiziert und anschließend innerhalb von 4 Monaten mit Chemotherapie behandelt. Es erfolgten wiederholte Ballondilatationen des Ösophagus, um die ausgeprägten Schluckstörungen zu behandeln.

7 Jahre und 7 Monate nach der Operation wurde ein Ösophagus-Stent nicht toleriert (lokale Schmerzen) und musste innerhalb einer Woche wieder entfernt werden.

Ein zweiter Versuch, einen Ösophagus-Stent zu legen, führte zu einem Atemstillstand und zu einer Reanimationssituation. Es wurde eine perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG) durchgeführt, um eine jejunale PEG-Sonde für die Ernährung zu legen und so die Schluckstörungen zu umgehen. Ein diagnostischer Kontrastmittel-Schluck führte durch Verschlucken zu einer atypischen Aspirationspneumonie.

7 Jahre und 9 Monate nach der Operation bestanden lokale Tumormassen und Destruktion (mit zum Beispiel Erosion des 7. Halswirbelkörpers, schon früher gefunden) und Verdacht auf Lungenmetastasen (später bestätigt) ohne Möglichkeit, etwas oral zu trinken oder zu essen (Ernährung vollständig über eine jejunale PEG-Sonde); die Lebensqualität war schlecht, da Speichel und Schleim sehr zäh (fädenziehend) waren und nicht geschluckt

werden konnten, sondern Tag und Nacht ausgespuckt werden mussten, so dass nachts keine längere Zeitspanne geschlafen werden konnte (durch die Notwendigkeit auszuspucken jeweils wachwerdend). Insgesamt (unter Einbeziehung der verschiedenen Aspekte einschließlich klinischer Beobachtung von Schluckvorgängen und der Zunahme der ausgespuckten Sekretmenge über eine kurze Zeitspanne) wurde die Situation vom Autor – anders als von der behandelnden Universitätsklinik – mehr als ein Verschlucken im Sinne einer funktionellen Schluckstörung/Dysphagie denn als ein strukturelles stenotisches Problem gewertet.

Zu diesem Zeitpunkt wurden auf Veranlassung des Autors Acetylcystein (zweimal täglich 200 mg über die PEG-Sonde) und Bestrahlung mit wassergefiltertem Infrarot A (wIRA) – eine spezielle Form der Wärmestrahlung (Abbildung 1) [1], [2], [3] – der ventralen Seite des Halses und des Thorax zur Therapie dazugenommen (Hersteller des wIRA-Strahlers: Firma Hydrosun, Müllheim, Deutschland, Strahler-Typ Hydrosun 750 FS). Innerhalb eines Tages mit Acetylcystein wurden Speichel und Schleim weniger zäh. Innerhalb von 2 Tagen mit wIRA (ein Tag mit 4–5 Stunden Bestrahlung mit wIRA zuhause; Abbildung 2), nahm die Speichelbildung deutlich ab und die Lebensqualität verbesserte sich ganz offensichtlich: zum ersten Mal schlief der Patient ohne Unterbrechung und ohne Schlafmittel. Nach 5 Tagen mit wIRA konnte der Patient seinen ersten weichen Kloß essen (Trinken von Flüssigkeiten war zu diesem Zeitpunkt noch nicht wieder möglich). Nach 2½ Wochen mit wIRA konnte der Patient sein erstes kleingeschnittenes Schnitzel essen. Die Fähigkeit, eingedickte Flüssigkeiten zu schlucken – mehr im Sinne eines Essens als eines Trinkens –, wurde zurückgewonnen.

Ab dem Beginn mit wIRA hatte der Patient 8 Monate mit guter Lebensqualität mit nur kleinen Mengen an Speichel und Schleim und ohne Notwendigkeit auszuspucken (mit typischerweise ungefähr 90–150 Minuten Bestrahlung mit wIRA täglich). Während dieser 8 Monate konnte der Patient während der Nacht wieder durchschlafen. Einige Wochen nach Beginn mit wIRA wurden auf Anregung des Autors mehrere zusätzliche Aspekte optimiert: da der Patient orale Nahrungsaufnahme mit PEG-Sondenkost kombinierte, wurde eine andere PEG-Sondenkost gewählt, die deutlich weniger zur Induktion zähen Speichels führt, und eine spezielle logopädische Therapie mit einem Logopäden mit einer Spezialausbildung für Schluckstörungen wurde begonnen und regelmäßig durchgeführt.

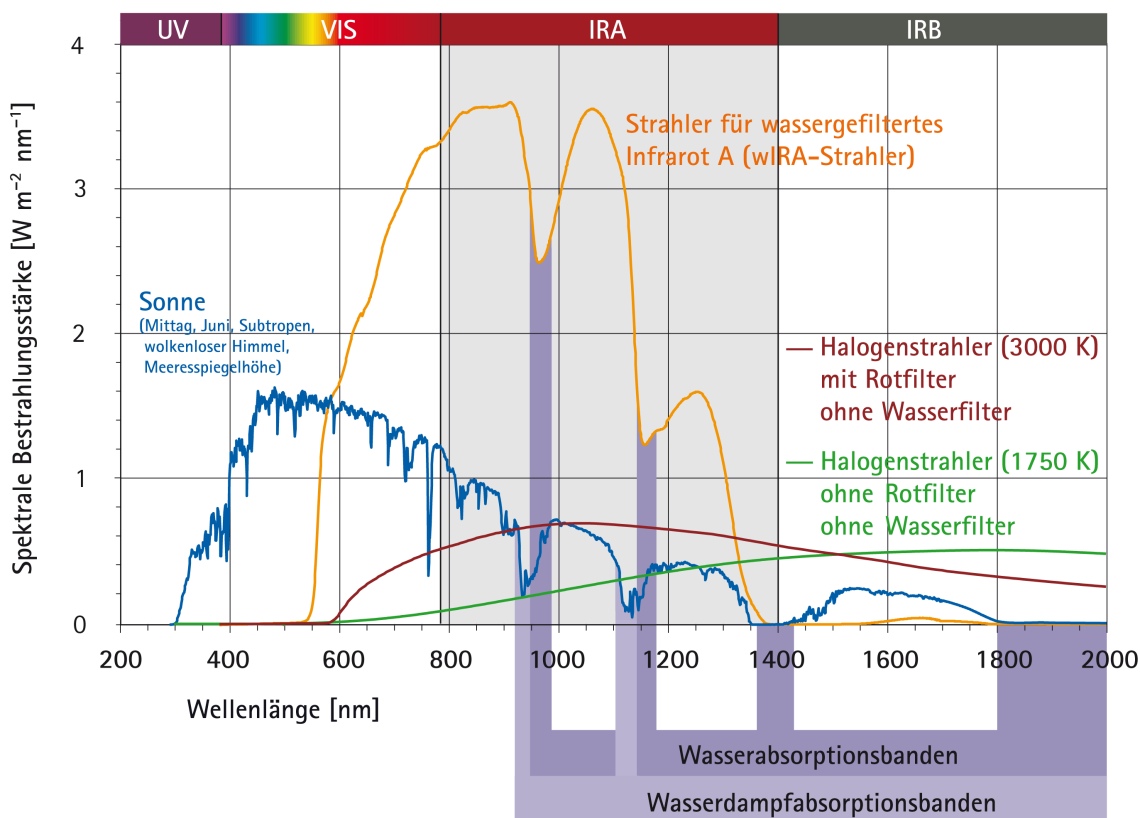


Abbildung 1: Vergleich der Spektren eines Strahlers für wassergefiltertes Infrarot A und der Sonne in den Subtropen bei wolkenlosem Himmel am Mittag im Juni in Meeresspiegelhöhe sowie beispielhaft von zwei unterschiedlichen Halogenstrahlern ohne Wasserfilterung für therapeutische und Wellnessanwendungen (mit freundlicher Erlaubnis von Dr. Helmut Piazena, Charité Berlin; von [33]).

Die dargestellten spektralen Bestrahlungsstärken des wIRA-Strahlers und der zwei anderen Halogenstrahler bewirken den gleichen Anstieg der Hautoberflächentemperatur beim Menschen (temperaturbezogene Äquivalenz der Bestrahlungen). Die dargestellte Bestrahlungsstärke der Sonne liegt nahe beim maximal möglichen Wert in den Subtropen zur Mittagszeit im Hochsommer auf der Oberfläche der Erde auf Meeresebene bei wolkenlosem Himmel. Die Verhältnisse zwischen den vier dargestellten Spektren sind deshalb realistisch. – Ein typischer wIRA-Strahler emittiert keine Ultraviolettstrahlung (UV) und nahezu kein Infrarot B und Infrarot C (weniger als 0,5% verglichen mit 50–80% Infrarot B und Infrarot C bei konventionellen Infrarotstrahlern ohne Wasserfilter) (Details in [33]).

Unglücklicherweise schritt die Grunderkrankung – trotz zusätzlicher Chemotherapie – fort und der Patient starb 8 Jahre und 5 Monate nach der Operation (8½ Monate nach Beginn mit wIRA).

Diskussion

Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) ist eine spezielle Form der Wärmestrahlung (im Bereich 780–1400 nm) mit hohem Eindringvermögen in das Gewebe bei geringer thermischer Oberflächenbelastung (Abbildung 1) [1], [2], [3], [4], [5].

Wassergefiltertes Infrarot A wird in speziellen Strahlern erzeugt. Die komplette Breitbandstrahlung einer 3000 K-Halogenlampe tritt durch eine Wasser enthaltende Küvette [2], [6]. Das Wasser in der Küvette absorbiert oder mindert die Teile der Infrarotstrahlung (die meisten Teile des Infrarot B und C und die Wasser-Absorptionsbanden innerhalb des Infrarot A), die sonst durch Wechselwirkung mit Wassermolekülen in der Haut eine unerwünschte

Wärmebelastung auf der Hautoberfläche hervorrufen würden (Abbildung 1) [1], [4], [7], [8], [9], [10].

Die verbleibende wIRA-Strahlung (im Bereich 780–1400 nm) hat ein hohes Eindringvermögen in das Gewebe, so dass – im Vergleich zu konventioneller ungefilterter Infrarotstrahlung – deutlich mehr Energie in die Tiefe des Gewebes gebracht werden kann, während die thermische Belastung der Hautoberfläche niedrig bleibt [4], [11], [12]. Thermographie zeigt unterschiedliche Hautoberflächentemperatur bei gleicher Gesamtbestrahlungsstärke: ein Strahler für wassergefiltertes Infrarot A bewirkt eine niedrigere Hautoberflächentemperatur als konventionelle Infrarotstrahler ohne Wasserfilter [4]. Bei gleicher Hautoberflächentemperatur ist die gesamte Infrarot-A-Bestrahlungsstärke eines Strahlers für wassergefiltertes Infrarot A nahezu 4–9-mal so hoch wie von konventionellen Infrarotstrahlern ohne Wasserfilter [3], [33]. Für bestimmte klinisch wichtige Wellenlängen, wie zum Beispiel 820 nm [14], kann die Bestrahlungsstärke sogar ungefähr 6–30-fach sein (siehe Abbildung 1) [5], [15], [16], [33]. Ein typischer wIRA-Strahler emittiert keine Ultraviolettstrahlung (UV) und nahezu kein Infrarot B und Infrarot C (weniger



Abbildung 2: Bestrahlung mit wassergefiltertem Infrarot A (wIRA) zuhause.
(Ein Strahler für wIRA emittiert – neben wIRA – auch sichtbares Licht.)

als 0,5% verglichen mit 50–80% Infrarot B und Infrarot C bei konventionellen Infrarotstrahlern ohne Wasserfilter) [4], [5], [11], [12], [15], [16], [17], [33].

wIRA steigert Gewebetemperatur (+2,7 °C in 2 cm Gewebetiefe), Gewebesauerstoffteildruck (+32% in 2 cm Gewebetiefe) und Gewebedurchblutung [3], [18].

Die 5 klinischen Hauptwirkungen von wIRA sind: wIRA mindert Schmerzen, Entzündung und Exsudation/Hypersekretion, und fördert Infektionsabwehr und Regeneration, alles indikationsübergreifend [1], [3], [4]. Entsprechend gibt es eine Vielzahl von klinischen Indikationen für wIRA, siehe zum Beispiel in [2], [19].

Die Effekte von wIRA beruhen sowohl auf seinen thermischen (auf der Übertragung von Wärmeenergie basierenden) und temperaturabhängigen (mit Temperaturänderungen auftretenden) als auch auf seinen nicht-thermischen und temperaturunabhängigen Effekten wie direkten Effekten auf Zellen, Zellstrukturen oder Zellsubstanzen [1], [2], [3], [4].

Abnahme von Schmerz und Entzündung und Förderung von Infektionsabwehr und Regeneration können sowohl über thermische als auch nicht-thermische Effekte erklärt werden [2], [19]. Hinsichtlich Schmerzminderung durch

wIRA erlaubt eine gesteigerte Durchblutung eine bessere Elimination akkumulierter Metabolite, wie Schmerzmediatoren, Laktat und Bakterientoxinen, und steigert zusammen mit der erhöhten Gewebetemperatur den Stoffwechsel (verbesserte Metabolisierung akkumulierter Stoffe und verbesserte Regeneration) [18]; nicht-thermische Effekte beinhalten direkte Wirkungen auf Zellen und zelluläre Strukturen und Substanzen und möglicherweise auch auf Nozizeptoren [18]; zudem wirkt wIRA deutlich muskelentspannend und auch hierüber schmerzmindernd [19]. Thermische Effekte schließen eine gesteigerte Energieproduktion – die für eine Vielzahl von Prozessen einschließlich Regeneration entscheidend ist – durch höhere Temperatur und höheren Sauerstoffpartialdruck ein [1], [2].

Eine Abnahme von Exsudation/Hypersekretion durch wIRA ist z.B. auch bei Wunden zu beobachten [3], [5] und kann über nicht-thermische Effekte erklärt werden [2], [19].

Hinsichtlich nicht-thermischer Effekte scheinen die energiereichen Wellenlängen nahe dem sichtbaren Licht – ungefähr 780–1000 nm (800–900 nm [20], [21], [22], 800 nm [23], 820 nm [14], 830 nm [24]) – den klinisch wichtigsten Teil von wIRA darzustellen [2], [5].

Nicht-thermische Effekte schließen einen Einfluss auf die Cytochrom-C-Oxidase in den Mitochondrien ein: Cytochrom-C-Oxidase ist als universeller Photoakzeptor für Strahlung von ungefähr 600–1000 nm mit Absorptionsmaxima bei 620, 680, 760 und 825 nm bekannt [25], [26], [27]. Durch Absorption von Strahlung kann die Cytochrom-C-Oxidase Signalkaskaden induzieren und hat daher regulierende Funktion weit über die Energieproduktion hinaus, im Detail beschrieben in [2], basierend auf [14], [25], [26], [27].

Für den genannten Patienten waren die Abnahme der Sekretion (Hypersalivation) und die Überwindung der Schluckstörung (für die meiste Zeit mehr als Verschlucken im Sinne einer funktionellen Dysphagie denn als Schluckproblem durch eine strukturelle Stenose gewertet; Schlucken als komplexe Nervenfunktion), möglicherweise interpretierbar als Regeneration einer Nervenfunktion, die zwei wichtigsten zugrundeliegenden Effekte von wIRA hinsichtlich der Verbesserung seiner Lebensqualität.

Der beschriebene Patient profitierte von einigen generellen Eigenschaften von wIRA, wie sie zum Beispiel in [1], [2], [3], [5] genannt werden: alle Bestrahlungen des Patienten mit wIRA wurden zuhause kontaktfrei ohne Verwendung von Verbrauchsmaterialien durchgeführt und als angenehm empfunden, wobei eine moderate Bestrahlungsstärke durch Wahl von genügend Abstand zwischen Strahler und unbedeckter Haut gewählt wurde (siehe Abbildung 2), ca. 2 Distanzstablängen (Distanzstablänge = Mindestbestrahlungsabstand). Nach Einweisung in die korrekte und sichere Nutzung von wIRA konnte der Patient zuhause wIRA selbst leicht anwenden. Dies erlaubte lange tägliche Bestrahlungszeiten und die Anwendung von wIRA selbst am Wochenende und vermied die Notwendigkeit, einen Arzt oder Physiotherapeuten mit einem wIRA-Strahler für jede Behandlung aufzusuchen, so dass sowohl Zeit als auch Geld gespart werden konnten.

Selbst bronchiale Hypersekretion kann durch thorakale Bestrahlung mit wIRA so deutlich gemindert werden, dass – gemessen bei einem anderen Patienten – die pulsoximetrisch gemessene Hämoglobin-Sauerstoff-Sättigung reproduzierbar innerhalb von ungefähr 20–30 Minuten ohne sonstige Maßnahmen (insbesondere ohne tracheale Absaugung) von 90 auf 95% anstieg [2].

Da wIRA die Regeneration einer Nervenfunktion verbessern kann, lässt sich wIRA zur Behandlung von Polyneuropathien (Polyneuropathien unbekannter Ursache oder Polyneuropathien durch zum Beispiel Chemotherapie) einsetzen und Parästhesien lassen sich deutlich mindern [2], [19].

Es soll betont werden, dass bei dem Patienten der Fallbeschreibung wIRA nur symptomatisch und nicht als Teil einer kausalen Therapie eingesetzt wurde, obwohl wIRA in der Onkologie auch erfolgreich mit Strahlentherapie oder Chemotherapie kombiniert werden kann [28], [29], [30], [31], [32].

Die Fallbeschreibung steht im Einklang zur Einschätzung einer Palliativstation einer anderen Universitätsklinik, dass wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) gerade bei Pati-

enten mit bestrahlten Kopf-Hals-Tumoren beeindruckende günstige Effekte bewirken kann.

Schlussfolgerung

Außer bei einer Vielzahl anderer Indikationen für wIRA sollte die Anwendung von wIRA bei Schluckstörungen (funktioneller Dysphagie, Verschlucken) und vermehrter Speichelbildung oder Hypersekretion von Schleim als Teil der Behandlung zur Verbesserung der Lebensqualität des Patienten erwogen werden.

Anmerkungen

Interessenkonflikterklärung

Der Autor ist für die Dr. med. h.c. Erwin Braun Stiftung, Basel, eine eidgenössisch anerkannte gemeinnützige Schweizer Wissenschaftsstiftung, tätig. Die Stiftung unterstützt klinische Forschung über wassergefiltertes Infrarot A. Die Stiftung war nicht in irgendeinem inhaltlichen oder entscheidungsbezogenen Aspekt des Fallberichts involviert. Der Autor ist nicht und war nicht bei einer kommerziellen Firma angestellt und erhielt auch kein Honorar oder Zuwendung einer kommerziellen Firma im Bereich wassergefiltertes Infrarot A. Deshalb erklärt der Autor, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Leitlinien des International Committee of Medical Journal Editors vorliegt.

Ethische Erklärung

Der Patient und seine Ehefrau stimmten der Veröffentlichung eines Fallberichts einschließlich des Fotos der Bestrahlungssituation zuhause zu.

Literatur

1. Hoffmann G. Principles and working mechanisms of water-filtered infrared-A (wIRA) in relation to wound healing [review]. *GMS Krankenhaushyg Interdiszip.* 2007;2(2):Doc54. Online available from: <http://www.egms.de/pdf/journals/dgkh/2007-2/dgkh000087.pdf> (PDF) and <http://www.egms.de/en/journals/dgkh/2007-2/dgkh000087.shtml> (shtml).
2. Hoffmann G. Wassergefiltertes Infrarot A in Chirurgie, Dermatologie, Sportmedizin und weiteren Bereichen. In: Krause R, Stange R, editors. *Lichttherapie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2012. p. 25-54. ISBN 13: 978-3-642-16938-0. As well online available from: URN: urn:nbn:de:hebis:30:3-241715; <http://publikationen.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/24171>
3. Hoffmann G, Hartel M, Mercer JB. Heat for wounds – water-filtered infrared-A (wIRA) for wound healing – a review. *GMS Ger Med Sci.* 2016;14:Doc08. DOI: 10.3205/000235, online available from: <http://www.egms.de/static/pdf/journals/gms/2016-14/000235.pdf> (PDF) and <http://www.egms.de/static/en/journals/gms/2016-14/000235.shtml> (shtml).

4. Hoffmann G. Water-filtered infrared-A (wIRA) in acute and chronic wounds (bilingual review, English and German) [Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) bei akuten und chronischen Wunden (zweisprachige Übersicht, Englisch und Deutsch)]. GMS Krankenhaushyg Interdiszip. 2009;4(2):Doc12. DOI: 10.3205/dgkh000137, online available from: <http://www.egms.de/pdf/journals/dgkh/2009-4/dgkh000137.pdf> (PDF) and <http://www.egms.de/en/journals/dgkh/2009-4/dgkh000137.shtml> (shtml).
5. Winkel R, Hoffmann G, Hoffmann R. Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) hilft Wunden heilen [Water-filtered infrared-A (wIRA) promotes wound healing]. *Chirurg*. 2014 Nov;85(11):980-92. DOI: 10.1007/s00104-014-2809-8, online available from: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00104-014-2809-8> and <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/35551>
6. Rzeznik J. Die Technik zur loko-regionalen Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung. In: Vaupel P, Krüger W, editors. *Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung. Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten*. 2nd ed. Stuttgart: Hippokrates; 1995. p. 29-46.
7. Cobarg CC. Physikalische Grundlagen der wassergefilterten Infrarot-A-Strahlung. In: Vaupel P, Krüger W, editors. *Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung: Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten*. 2nd ed. Stuttgart: Hippokrates; 1995. p. 19-28.
8. Vaupel P, Rzeznik J, Stofft E. Wassergefilterte Infrarot-A-Strahlung versus konventionelle Infrarotstrahlung: Temperaturprofile bei lokoregionaler Wärmetherapie. *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed*. 1995;5(3):77-81. DOI: 10.1055/s-2008-1061959
9. Stofft E, Vaupel P. Wassergefilterte Infrarot-A-Strahlung versus Fango-Paraffin-Packung: Temperaturprofile bei lokoregionaler Wärmetherapie. *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed*. 1996;6(1):7-11. DOI: 10.1055/s-2008-1061893
10. Vaupel P, Stofft E. Wassergefilterte Infrarot-A-Strahlung im Vergleich zu konventioneller Infrarotstrahlung oder Fango-Paraffin-Packungen: Temperaturprofile bei lokaler Wärmetherapie. In: Vaupel P, Krüger W, editors. *Wärmetherapie mit wassergefilterter Infrarot-A-Strahlung: Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten*. 2nd ed. Stuttgart: Hippokrates; 1995. p. 135-47.
11. Piazena H, Kelleher DK. Effects of infrared-A irradiation on skin: discrepancies in published data highlight the need for an exact consideration of physical and photobiological laws and appropriate experimental settings. *Photochem Photobiol*. 2010 May-Jun;86(3):687-705. DOI: 10.1111/j.1751-1097.2010.00729.x
12. Piazena H, Meffert H, Uebelhack R. Physikalische und photobiologische Grundlagen prophylaktischer und therapeutischer Infrarotanwendungen [Physical and photobiological basics for prophylactic and therapeutic application of infrared radiation]. *Akt Dermatol*. 2014;40(08/09):335-9. DOI: 10.1055/s-0034-1365750
13. Piazena H. File:WIRA-Wiki-GH-017E-en-Spectra-wIRA-sun-halogen-radiators.png. Comparison of the spectra of a radiator with water-filtered infrared-A (wIRA, 1) and of the sun measured under a cloudless sky at noon in June at sea level in the subtropics (2) and – as two examples – of two different halogen radiators without water-filter for therapeutic and wellness applications (3 and 4). Wikimedia Commons. [file version 2013 March 26; accessed 2017 March 11]. Available from: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WIRA-Wiki-GH-017E-en-Spectra-wIRA-sun-halogen-radiators.png>
14. Karu TI, Pyatibrat LV, Kalendo GS. Cell attachment to extracellular matrices is modulated by pulsed radiation at 820 nm and chemicals that modify the activity of enzymes in the plasma membrane. *Lasers Surg Med*. 2001;29(3):274-81. DOI: 10.1002/lsm.1119
15. Piazena H, Meffert H, Uebelhack R, Müller W, Pittermann W, Jung K, Kietzmann M. Thermische, schädigende und protektive Wirkungen von Infrarot-Hautbestrahlungen. In: Völker S, editor. *Siebentes Symposium "Licht und Gesundheit": Eine Sondertagung der Technischen Universität Berlin und der Deutschen Akademie für Photobiologie und Phototechnologie (DAfP), der Deutschen Gesellschaft für Photobiologie (DGP) und der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG)*, 15.–16.03.2012 in Berlin. Berlin: Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, Universitätsbibliothek; 2012. ISBN: 978-3-7983-2405-3. p. 161-82. DOI: 10.14279/depositonce-3179
16. Hoffmann G. Wassergefiltertes Infrarot A (wIRA) in der Dermatologie. *Haut Dermatol Allergol Kosmetol*. 2013;24:228-9. As well online available from: <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/32142>
17. Piazena H, Pittermann W, Müller W, Jung K, Kelleher DK, Herrling T, Meffert P, Uebelhack R, Kietzmann M. Effects of water-filtered infrared-A and of heat on cell death, inflammation, antioxidative potential and of free radical formation in viable skin – first results. *J Photochem Photobiol B*. 2014 Sep 5;138:347-54. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2014.06.007
18. Hartel M, Hoffmann G, Wente MN, Martignoni ME, Büchler MW, Friess H. Randomized clinical trial of the influence of local water-filtered infrared A irradiation on wound healing after abdominal surgery. *Br J Surg*. 2006 Aug;93(8):952-60. DOI: 10.1002/bjs.5429
19. Hoffmann G. Klinische Anwendungen von wassergefiltertem Infrarot A (wIRA) - eine Übersicht. *Phys Med Rehabilitationsmed Kurortmed*. 2017 Okt [in press]. DOI: 10.1055/s-0043-113047
20. Albrecht-Buehler G. Surface extensions of 3T3 cells towards distant infrared light sources. *J Cell Biol*. 1991 Aug;114(3):493-502. DOI: 10.1083/jcb.114.3.493
21. Albrecht-Buehler G. Cellular infrared detector appears to be contained in the centrosome. *Cell Motil Cytoskeleton*. 1994;27(3):262-71. DOI: 10.1002/cm.970270307
22. Albrecht-Buehler G. A long-range attraction between aggregating 3T3 cells mediated by near-infrared light scattering. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2005;102(14):5050-5. DOI: 10.1073/pnas.0407763102
23. Ehrlicher A, Betz T, Stuhmann B, Koch D, Milner V, Raizen MG, Kas J. Guiding neuronal growth with light. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002;99(25):16024-8. DOI: 10.1073/pnas.252631899
24. Chow RT, Heller GZ, Barnsley L. The effect of 300 mW, 830 nm laser on chronic neck pain: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Pain*. 2006 Sep;124(1-2):201-10. DOI: 10.1016/j.pain.2006.05.018
25. Karu TI. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. *IUBMB Life*. 2010 Aug;62(8):607-10. DOI: 10.1002/iub.359
26. Karu TI. Mitochondrial mechanisms of photobiomodulation in context of new data about multiple roles of ATP. *Photomed Laser Surg*. 2010;28(2):159-60. DOI: 10.1089/pho.2010.2789
27. Karu TI. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol*. 2008;84(5):1091-9. DOI: 10.1111/j.1751-1097.2008.00394.x
28. Notter M, Germond JF, Berz J, Berz R. Thermographically guided irradiation with water-filtered infrared-A (wIRA) and radiotherapy in breast cancer recurrences – First experiences and temperature analysis. *Thermology Int*. 2011;21(2):47–53.
29. Notter M. Thermography controlled wIRA-hyperthermia & low dose re-irradiation in recurrent breast cancer. *Oncothermia J*. 2014;10:78.

30. Notter M, Piazena H, Vaupel P. Hypofractionated re-irradiation of large-sized recurrent breast cancer with thermography-controlled, contact-free water-filtered infra-red-A hyperthermia: a retrospective study of 73 patients. *Int J Hyperthermia*. 2017;33(2): 227-236. DOI: 10.1080/02656736.2016.1235731
31. Sulyok I, Fleischmann E, Stift A, Roth G, Lebherz-Eichinger D, Kasper D, Spittler A, Kimberger O. Effect of preoperative fever-range whole-body hyperthermia on immunological markers in patients undergoing colorectal cancer surgery. *Br J Anaesth*. 2012 Nov;109(5):754-61. DOI: 10.1093/bja/aes248
32. Rich LJ, Winslow TB, Alberico RA, Repasky EA, Seshadri M, Singh AK. Enhanced tumour perfusion following treatment with water-filtered IR-A radiation to the thorax in a patient with head and neck cancer. *Int J Hyperthermia*. 2016 Aug;32(5):539-42. DOI: 10.3109/02656736.2016.1167259
33. Piazena H. File:WIRA-Wiki-GH-017C-de-Spektren-wIRA-Sonne-Halogenstrahler.png. Vergleich der Spektren eines Strahlers für wassergefiltertes Infrarot A (wIRA, 1) und der Sonne in den Subtropen bei wolkenlosem Himmel am Mittag im Juni in Meeresspiegelhöhe (2) sowie beispielhaft von zwei unterschiedlichen Halogenstrahlern ohne Wasserfilterung für therapeutische und Wellnessanwendungen (3 und 4). Wikimedia Commons. (Version 26.03.2013; aufgerufen 11.03.2017.)
Zugänglich unter:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WIRA-Wiki-GH-017C-de-Spektren-wIRA-Sonne-Halogenstrahler.png>

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Gerd Hoffmann
Institut für Sportwissenschaften, Johann Wolfgang
Goethe-Universität, Ginnheimer Landstraße 39,
60487 Frankfurt am Main, Deutschland,
Tel.+Q: +49-6181-62287
Hoffmann@em.uni-frankfurt.de

Bitte zitieren als

Hoffmann G. *Water-filtered infrared-A (wIRA) overcomes swallowing disorders and hypersalivation – a case report*. *GMS Ger Med Sci*. 2017;15:Doc11.
DOI: 10.3205/000252, URN: urn:nbn:de:0183-0002523

Artikel online frei zugänglich unter

<http://www.egms.de/en/journals/gms/2017-15/000252.shtml>

Eingereicht: 13.03.2017

Überarbeitet: 13.06.2017

Veröffentlicht: 03.08.2017

Copyright

©2017 Hoffmann. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.