Cold atmospheric plasma destruction of solid proteins on stainless-steel surface and on real surgical instruments

Zerstörung fester Proteine auf Oberflächen chirurgischer Instrumente aus Edelstahl unter Verwendung kalter Atmosphärendruck-Plasmen

Michael G. Kong¹

1 Loughborough University,
Dept. of Electronic and
Electrical Engineerig,
Leicestershire, United
Kingdom

Short version

The capability of cold atmospheric plasmas to inactivate microorganisms is well established. By comparison, their ability to destruct solid proteins from surgical instruments is much less understood with only a few studies reported. Yet surgical instruments are typically contaminated by both pathogenic microorganisms and infectious protein. With cold atmospheric pressure helium discharge protein destruction is possible. Helium-oxygen mixture is preferred as the working gas, because it can reduce the gas temperature near room temperature and as such allow its application to polymer-based instruments. Our study has two components – the first being plasma destruction of solid protein deposited on stainless-steel disks as a model of surgical instruments and the second being plasma destruction of three different sets of surgical forceps that have already been autoclaved. A number of characterization techniques are used, including laser-induced fluorescence, scanning-electron microscope, electron energy dispersion X-ray analysis and electrophoresis. The objective was to demonstrate the intrinsic capability of cold atmospheric plasmas to destruct surface proteins and also the benefits and challenges of implementing this technique for medical sterilization. In a supplementary study the possible protein destruction mechanisms is demonstrated using optical emission spectroscopy and protein destruction kinetics and through a series of experiments aimed to differentiate the production of different plasma species. The results from this study suggest that (1) intrinsically cold atmospheric plasmas are capable of both protein destruction and microbial inactivation; (2) the technology can be adapted for decontamination of real surgical instruments; and (3) atomic oxygen and excited nitride oxide are key decontaminating agents.

Kurzfassung

Die Möglichkeit der Abtötung von Mikroorganismen mit kalten atmosphärischen Plasmen ist bekannt. Ihre Fähigkeit, Proteine auf chirurgischem Instrumentarium zu zerstören, ist viel weniger aufgeklärt und es liegen nur wenige Studien dazu vor, obwohl chirurgische Instrumente typischerweise sowohl mit pathogenen Mikroorganismen als auch mit infektiösen Proteinen kontaminiert sind.

Mittels kalter atmosphärischer Heliumentladungen ist es möglich, Proteine zu zerstören. Als Arbeitsgas werden Helium-Sauerstoff-Mischungen bevorzugt, weil damit die Gastemperatur auf Raumtemperatur abgesenkt werden kann und so die Anwendung an polymeren Materialien möglich wird. Im Rahmen unserer Studie wurden zunächst Edelstahlplättchen als Testkörper zur Demonstration der plasmabasierten Proteinentfernung verwendet. Darüber hinaus wurden chirurgischen Zangen eingesetzt, die vorher bereits autoklaviert worden waren. Als Untersuchungsverfahren kamen die Laser-induzierte Fluoreszenzspektroskopie (LIF), die Rasterelektronenmikroskopie, die Elektronenenergiesdispersive Röntgenanalyse und die Elektrophorese zur Anwendung. Zielsetzung war der Nachweis, dass mit kalten atmosphärischen Plasmen die Zerstörung von Proteinen auf Oberflächen möglich ist, um damit die Leistungsfähigkeit, aber auch die Probleme einer Anwendung dieser Technologie für die Sterilisation aufzuzeigen.

In einer ergänzenden Studie wurden mögliche Mechanismen der Proteinzerstörung mittels optischer Emissionsspektroskopie und der Bestimmung der Kinetik der Proteinzerstörung aufgeklärt. Die Ergebnisse dieser Studie stützen die Auffassung, dass (1) kalte Atmosphärendruck-Plasmen in der Lage sind, sowohl Proteine zu zerstören als auch Mikroorganismen zu inaktivieren, (2) die Technologie zur Dekontamination chirurgischer Instrumente anwendbar ist und (3) atomarer Sauerstoff und angeregte Stickoxide die hauptsächlich wirksamen Spezies in diesen Prozessen sind.

Corresponding author:

Michael G. Kong
Loughborough University, Dept. of Electronic and Electrical Engineerig, Leicestershire LE11 3TU, United Kingdom
M.G.Kong@lboro.ac.uk

Please cite as

Kong MG. Cold atmospheric plasma destruction of solid proteins on stainless-steel surface and on real surgical instruments. *GMS Krankenhaushyg Interdiszip.* 2008;3(1):Doc07.

This article is freely available from

<http://www.egms.de/en/journals/dgkh/2008-3/dgkh000105.shtml>

Copyright

©2008 Kong. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.en>). You are free: to Share — to copy, distribute and transmit the work, provided the original author and source are credited.