

Charakterisierung der Argonplasma-Koagulation (APC) für die thermische Behandlung von biologischem Gewebe in der Endoskopie und der Chirurgie

Sandra Keller

Die Argonplasma-Koagulation (APC), die sich im Bereich medizinischer Anwendungen zur Koagulation, Devitalisierung und Reduktion von Gewebe z.B. von Tumorgewebe etabliert hat, ist in Hinblick auf den plasmainduzierten thermischen Gewebeschaden in Abhängigkeit von der Applikationsdauer und anderen einstellbaren Parametern wie dem Gasfluss u.a. bereits untersucht.

Derzeit ist der Einfluss, den das erzeugte Plasma und dessen Bestandteile, wie Elektronen, geladene und angeregte Teilchen usw. auf das Gewebe haben, nicht bekannt.

In dieser Arbeit wird der Einfluss des Plasmas auf den Gewebeeffekt mittels verschiedenster Diagnoseverfahren, wie optischer Emissionsspektroskopie, Mikrofotografie, Strom-Spannungsmessung und numerischer Simulation untersucht. Dabei erfolgt die Untersuchung des Plasmas über die Ermittlung der plasmaspezifischen Kenngrößen und der Plasmaparameter. Die Kombination der ermittelten Kenngrößen und Plasmaparameter mit den erzielten Gewebeeffekten für die zugehörige Plasmaanwendung bietet die Möglichkeit den Einfluss des Plasmas auf das Gewebe zu beurteilen.

Die Charakterisierung des Plasmas ergab, dass die Plasmaparameter wie Elektronendichte und Elektronenverteilungsfunktion keinen signifikanten Einfluss auf den Gewebeeffekt haben. Der Gewebeeffekt wird vielmehr durch die plasmaspezifischen Kenngrößen wie den elektrischen Strom, den Plasmadurchmesser und die Plasmadauer, im Grad der Schädigung, beeinflusst.

Durch die Untersuchung der APC konnte zudem der Entladungsmechanismus ermittelt werden, der für jede APC-Applikation, des hier eingesetzten APC-Systems der Firma ERBE Elektromedizin GmbH, identisch ist. Dabei handelt es sich um eine Funkenentladung, die sich während der positiven Spannungsphase eines jeden applizierten Spannungspulses ausbildet, nach dem ein Streamerkanal den Spalt zwischen der APC-Elektroden spitze und der Gewebeoberfläche überbrückt hat. Die Funkenentladung geht bereits während der positiven Spannungsphase in eine Glimmentladung über. Die Entladung bricht beim Wechsel der Spannungspolarität zusammen. Mit dem Vorliegen der negativen Spannungsphase liegt wiederum eine Glimmentladung vor, bei der sich jedoch ein negatives Glimmlicht auf der APC-Elektrode beobachten lässt.

Des Weiteren üben ins Plasma eindiffundierende Substanzen wie z.B. Sauerstoff und Wasser einen entscheidenden Einfluss auf die Plasmaparameter aus. Die genannten Substanzen beeinflussen vorrangig die im Plasma vorhandenen Spezies, wobei u.a. die Bildung von Radikalen und negativen Ionen resultiert, die vor allem zur Erhöhung des elektrischen Feldes und zur Reduktion der Elektronendichte im Plasma führt. Dies hat wiederum einen Einfluss auf das Zündverhalten, wobei durch die Erhöhung des reduzierten elektrischen Feldes eine verzögerte Zündung zu beobachten ist. Außerdem führt die Zugabe von Wasser ins Plasma zu einer Flüssigkeitsfilmbildung auf der Gewebeoberfläche, die ihrerseits während der Plasmabehandlung das Gewebe kühlt und vor Überhitzung schützt.

Zusätzlich ergaben die Untersuchungen des Plasmas, dass die Eindiffusion von Stickstoff ins Plasma bei den hier untersuchten Konzentrationen keinen signifikanten Einfluss auf die Plasmaparameter und auf den Grad der Gewebeschädigung hat.