

Temperaturgesteuerte Lasertherapien an der Netzhaut

Die Photokoagulation der Retina gilt als die erfolgreichste therapeutische Anwendung des Lasers in der gesamten Medizin. Sie wird seit Anfang der 70er Jahre nahezu unverändert durchgeführt und ist als Standardtherapie für verschiedenste Netzhauterkrankungen am Augenhintergrund etabliert. Jedes Jahr werden allein in Deutschland ca. 1 Million Behandlungen durchgeführt.

Die während der Bestrahlung erzielte Temperaturerhöhung definiert das Schädigungsvolumen. Sie wird neben der Laserleistung durch die Lichtstreuung im Auge und die lokale Absorption des Fundus bestimmt, die selbst innerhalb eines Auges stark variieren. Die Leistung des Lasers wird bisher vom Operateur so dosiert, dass gräuliche Läsionen der Netzhaut im Weißlicht sichtbar werden, als Folge der einsetzenden Lichtstreuung durch Koagulation. Die resultierende Ausdehnung des irreparablen Netzhautschadens ist meist viel zu groß und sehr ungleich, da die Laserleistung nicht für jede Koagulation angepasst werden kann (Abb. 1).

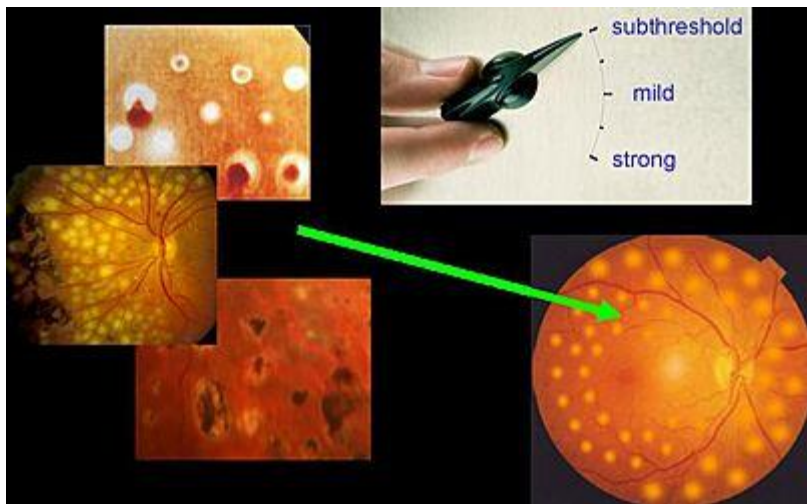


Abb. 1

Wir haben eine optoakustische Methode entwickelt [8,9,10], mit der es erstmals möglich ist, die Temperaturerhöhung während der Photokoagulation der Netzhaut in Echtzeit zu messen. Hierbei macht man sich die Temperaturabhängigkeit des thermischen Expansionskoeffizienten des Gewebes zu Nutze (Abb. 2). Ziel des Projektes ist es, eine automatische Dosimetrie der Laserbestrahlung zu realisieren, die immer eine reproduzierbar gleiche, frei wählbare minimal invasive Koagulationsstärke erzielt (Abb. 1). Hierzu soll die Leistung des Behandlungslasers auf einen zu ermittelnden Solltemperaturverlauf geregelt werden. Ist diese Solltemperatur erreicht, wird der Behandlungslaser z.B. automatisch abgeschaltet [5].

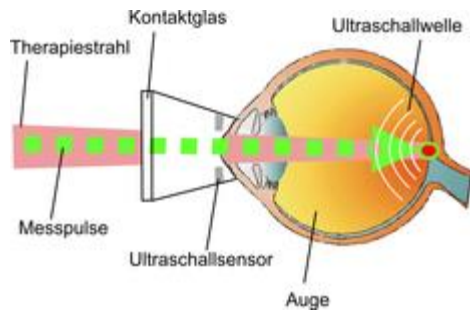


Abb.2

In aktuellen Arbeiten wird die Leistung des Behandlungslasers derart gesteuert, dass eine bestimmte Temperatur nach vorher festgelegte Applikationszeit, z.B. 50 ms, erreicht wird [1]. Eine solche automatisierte Dosierung wäre vorteilhaft für den gesamten Ablauf der Behandlung, den Patienten, den ausführenden Arzt sowie auch sozioökonomisch:

- Sichere, verkürzte Behandlung, reproduzierbar minimal invasive Koagulationen
- Reduzierung der Sehverluste und keine Schmerzen bei Behandlung für den Patienten
- Geringere Zahl der Behandlungen bei Diabetes
- Frühbehandlung von Drusen zur Prävention der Altersbedingten Makuladegeneration (AMD)

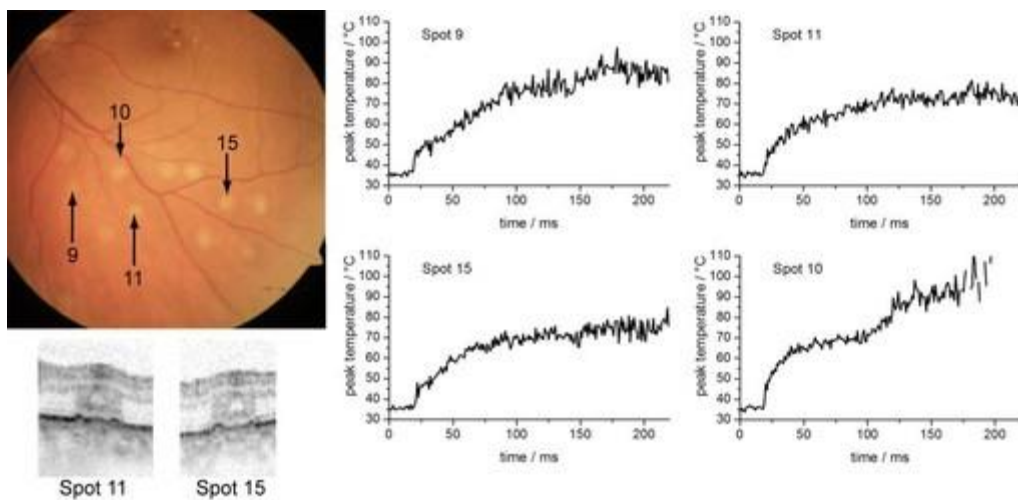


Abb. 3 zeigt bereits gemessene Temperaturverläufe am Patienten [8].

Publikationen:

1. Baade A, von der Burchard C, Lawin M, Koinzer S, Schmarbeck B, Schlott K, Miura Y, Roider J, Birngruber R, Brinkmann R. Power-controlled temperature guided retinal laser therapy. J Biomed Opt 2017; 22(11):1-11.
2. Schlott K, Koinzer S, Baade A, Birngruber R, Roider J, Brinkmann R. Lesion strength control by automatic temperature guided retinal photocoagulation. JBO 2016; 21(9).

3. Koinzer S, Baade A, Schlott K, Hesse C, Caliebe A, Roider J, Brinkmann R. Temperature-Controlled Retinal Photocoagulation Reliably Generates Uniform Subvisible, Mild, or Moderate Lesions. *TVST* 2015; 4(5).
4. Koinzer S, Saeger M, Hesse C, Portz L, Kleemann S, Schlott K, Brinkmann R, Roider J. Correlation with OCT and histology of photocoagulation lesions in patients and rabbits. *Acta Ophthalmol* 2013; 91(8):e603-611.
5. Schlott K, Koinzer S, Ptaszynski L, Bever M, Baade A, Roider J, Birngruber R, Brinkmann R. Automatic Temperature Controlled Retinal Photocoagulation. *J Biomed Optics* 2012; 17(6):061223.
6. Koinzer S, Schlott K, Ptaszynski L, Bever M, Kleemann S, Saeger M, Baade A, Caliebe A, Miura Y, Birngruber R, Brinkmann R, Roider J. Temperature-controlled retinal photocoagulation - a step toward automated laser treatment. *IOVS* 2012; 53(7):3605-3614.
7. Koinzer S, Schlott K, Portz L, Ptaszynski L, Baade A, Bever M, Saeger M, Caliebe A, Denner R, Birngruber R, Brinkmann R, Roider J. Correlation of temperature rise and optical coherence tomography characteristics in patient retinal photocoagulation. *J Biophotonics* 2012; 5(11-12):889-902.
8. Brinkmann R, Koinzer S, Schlott K, Ptaszynski L, Bever M, Baade A, Luft S, Miura Y, Roider J, Birngruber R. Real-time temperature determination during retinal photocoagulation on patients. *J Biomed Opt* 2012; 17(6): 061219
9. Kandulla J, Elsner H, Birngruber R, Brinkmann R. Noninvasive optoacoustic online retinal temperature determination during continuous-wave laser irradiation. *J Biomed Opt* 2006; 11(4):041111.
10. Schule G, Huttmann G, Framme C, Roider O, Brinkmann R. Noninvasive optoacoustic temperature determination at the fundus of the eye during laser irradiation. *Journal of Biomedical Optics* 2004; 9(1):173-179.