

Med. Information

Bericht über die konstituierende Sitzung der Arbeitsgruppe „Unfallchirurgische Laserapplikationen und ihre biologischen Nebenwirkungen“ am 29. Oktober 1990 im Laser-Laboratorium Göttingen

M. Dressel, Renate Jahn

Teilnehmer:

Prof. Dr. D. HARDER, Prof. Dr. R.P. VIRSIK-PEUKERT, Institut für Medizinische Physik und Biophysik der Universität Göttingen

Prof. Dr. F. HILLENKAMP, Institut für Medizinische Physik der Universität Münster

Prof. Dr. J. KIEFER, Dr. H. SCHENK, Strahlencentrum der Universität Gießen

Prof. Dr. J. TROE, B. KÖRBER, Institut für Physikalische Chemie der Universität Göttingen

Dr. R. JAHN, Chirurgische Klinik und Poliklinik, Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie (Direktor: Prof. Dr. K.H. JUNGBLUTH), Universitäts-Krankenhaus Eppendorf, Hamburg

Dr. H. GERHARDT, Dr. M. DRESSEL, Dipl.-Phys. R. NYGA, Laser-Laboratorium Göttingen e.V.

Anlaß dieser Besprechung stellten die schnellen technischen Fortschritte auf dem Gebiet der biologischen Hartgewebeabtragung mit kurzgepulsten Lasern aus dem UV-Bereich (speziell der Excimerlaser-Wellenlänge 308 nm) dar. Die ungenügend erforscht oder kontrovers in der Literatur diskutierten Nebenwirkungen stellten die grundsätzliche Thematik dieser Tagung dar, die von Herrn Prof. HARDER in folgende Gebiete eingegrenzt wurde:

- Wechselwirkung von gepulster UV-Strahlung mit biologischem Gewebe,
- toxische Abfallprodukte und Rückstände,
- mutagene und kanzerogene Nebeneffekte,
- Ionisation.

Mit einer Zusammenfassung ihrer bisherigen Ergebnisse aus den am Laser-Laboratorium Göttingen durchgeführten Experimente zur Hartgewebetrennung mit Excimerlasern (Wellenlänge 308 nm) stellte Frau Dr. JAHN allen Teilnehmern die Bedeutung dieser Technologie für die Unfallchirurgie dar. Durch Versuchsaufbauten mit getaperten Glasfasern und der Optimierung unterschiedlicher Laserparameter konnten erstmals mit Excimerlasern Abtrageraten an Knorpel und Knochen erzielt werden, die nach weiteren technischen Verbesserungen durchaus akzeptable Operationsgeschwindigkeiten in Aussicht stellen.

Die anschließende Diskussion behandelte zunächst die Frage der **mechanischen Beeinflussung des Gewebes** bei der Ablation. Die aus der Literatur bekannten Dimensionen der entstehenden Gewebetrümmer von 1 µm – 30 µm widersprechen nicht der Annahme der Photoablation als wesentlichem Mechanismus der hier stattfindenden Materialabtragung. Prof. HILLENKAMP strich heraus, daß gerade die mechanische Wechselwirkung wesentlich für die Abtragung sei. Die Abtragung funktioniere aufgrund der besseren Druckübertragung in Wasser deutlich besser als an Luft. Die akustischen und mechanischen Nebenerscheinungen am Abtrageort bestätigen dies.

Daß daneben jedoch auch **chemische Prozesse** eine Rolle spielen, unterstrich Prof. TROE, der darauf hinwies, daß die Ablation meist eine Inkubation brauche, beispielsweise durch UV-Strahlung mittels des ersten Excimerlaserschusses. Einvernehmen bestand darin, daß im Gewebe, welches ansonsten bei 308 nm keine merkliche Grundabsorption zeige, Absorptionszentren induziert werden, welche Keime der Ablation darstellen. Photochemie und **Thermik** seien daher mit zu betrachten. Abschließend wurde die Form der Stoßwelle diskutiert und deren Ausbreitung in porösem Material.

Als interessante Perspektive der Excimerlaser-Chirurgie wurde die **spektroskopische Differenzierung des Gewebes** während der Ablation gesehen. Derartige Methoden werden am Institut für

Physikalische Chemie der Universität Göttingen und am Laser-Laboratorium Göttingen mittels zweier unterschiedlicher Verfahren für die Angioplastie bereits entwickelt. Die Fluoreszenzspektrographie erlaubt die automatische Kontrolle des Gewebes über den trennenden Laserstrahl und das rechtzeitige Stoppen bei Ablation einer anderen Gewebeart als vorgesehen. Für den unfallchirurgischen Einsatz ist die Verfahrensweise im Gegensatz zur Angioplastie, die im blutumspülten OP-Feld stattfindet, als unkomplizierter anzusehen. In den beiden Medien Luft und Wasser sind bereits erste Ergebnisse erzielt worden.

Im Rahmen der Diskussion über die **typischen UV-Strahlungswirkungen des Excimerlasers** und möglichen **ionisierenden Effekte**, einigte man sich für die Betrachtung im Hinblick auf die praktische Anwendungsweise (Einsatz von Glasfasern) in der Unfallchirurgie auf die primär interessierende Wellenlänge von 308 nm, allerdings sollte die in der Ophthalmologie eingesetzte Wellenlänge von 193 nm zu einigen Vergleichen mit herangezogen werden.

Einvernehmen bestand darin, daß auf Untersuchungen bei der Wellenlänge von 248 nm verzichtet werden sollte, aufgrund des bekannten Absorptionsmaximums der DNA bei 265 nm. Nach den Ausführungen von Prof. KIEFER kann hierauf insofern abgestellt werden, als die Aktionsspektren der Zelltransformation und Mutation annähernd parallel zu den Absorptionsspektren verlaufen.

Fraglich könne der Verlauf der Aktionsspektren insofern sein, da die bisherigen Untersuchungen meist nicht mit Lasern, d.h. nicht mit hohen Intensitäten und kurzen Pulsen, ausgeführt worden seien.

Prof. HILLENKAMP berichtete, daß für 193 nm Unterschiede zwischen den Bestrahlungsarten gefunden wurden, für 248 nm der Effekt des Lasers etwa dem der Halogen- oder Quecksilberdampflampe gleichkommt. Für 308 nm seien noch keine hinreichenden Untersuchungen bekannt; obwohl nur äußerst kleine Effekte zu erwarten sind, bleibt unbestritten, daß eine Wirkung dennoch denkbar ist. Möglich wären Zwei-Photonen-Prozesse, Ionisationen und die Bildung von Radikalgruppen analog den Wirkungsweisen ionisierender Strahlungen.

Prof. TROE betonte, daß bei der Ablation auch Verbrennungsprodukte entstehen können. Die Photochemie bedinge, daß entwickelte Gase, die beispielsweise durch eine geeignete Dotierung von PMMA verstärkt werden, als Treibsatz für den Abtrag verantwortlich seien. Sicherlich entstünden bei der Ablation von biologischem Material Radikale, welche in das umgebende Gewebe diffundieren. Prof. HILLENKAMP sah dies vor allem dann, falls ein Plasma erzeugt werde, wobei Sekundärstrahlung und Druckwellen entstünden.

Prof. HARDER und Frau Prof. VIRSIK-PEUKERT wiesen auf die Möglichkeit strahleninduzierter Chromosomenaberrationen hin. Zu beachten seien einfache als auch doppelte Kettenbrüche.

Dabei stimmte man überein, daß die zentralen Bereiche der Bestrahlung sowohl bei Bohrungen als auch bei Schnitten zerstört sein würden und keine Mutationen aufzeigen können. Das Gespräch konzentrierte sich daher zunehmend auf die Frage, wie dick die Übergangszone zwischen Ablationsrand und unbestrahltem Gewebe sei, die Zone an den Rändern und am Boden von Schnitten oder Bohrungen also, in der nicht mehr ablatiert wird, aber dennoch Lichtstrahlung hoher Intensität eingedrungen ist. Prof. HILLENKAMP nannte für Strahlung der Wellenlänge 308 nm eine Eindringtiefe ($1/e$) von 50 µm – 100 µm. Hierzu existieren umfangreiche theoretische Modelle und Berechnungen.

Zum Abschluß wurde über geeignete Versuchsmodelle beraten. Frau Prof. VIRSIK-PEUKERT unterstrich, daß die Strahlungsempfindlichkeit sehr vom Zelltyp abhängt, auch wenn erwartungsgemäß die gleiche Kurvenform der Aktionsspektren gesehen wird.

Nach einigen Vorversuchen zur Eingrenzung des Untersuchungsmaterials und Feststellung geeigneter Bestrahlungsparameter wird man sich über das weitere Vorgehen einigen und im Rahmen eines Workshops „Biologische und medizinische Wirkung von Excimerlasern“, voraussichtlich Mitte des Jahres 1991, erste Ergebnisse vortragen. Weitere interessierte Wissenschaftler sollen dazu eingeladen werden.