

Schneiden und Bohren von Knorpel- und Knochengewebe mit Excimerlasern

R. Jahn, M. Dressel, H.U. Langendorff, W. Neu und K.H. Jungbluth

Abteilung Unfallchirurgie, Universitätskrankenhaus Eppendorf, Martinistraße 52,
W-2000 Hamburg 20, Bundesrepublik Deutschland

Seit der Entwicklung und Einführung von Lasergeräten in die verschiedensten Teilgebiete der Weichgewebeschirurgie wurden auch immer wieder Versuche unternommen, Knochen zu schneiden. Dabei muß nach 30 Jahren festgestellt werden, daß trotz zahlreicher methodischer und Geräteverbesserungen (Spülsysteme, Pulsbetrieb) derzeit keiner der traditionellen thermischen Laser (z.B. CO₂- oder Nd:YAG Laser) aufgrund seiner heilungshemmenden Gewebsschädigungen zur Anwendung bei Knochenoperationen empfohlen werden kann.

Es stellte sich daher die experimentelle Aufgabe, zu prüfen, inwieweit Excimerlaser zum Schneiden und Bohren an Hartgewebe verwendbar sind. Der entscheidende Vorteil liegt in der im wesentlichen athermischen Gewebsabtragung. Immer im Hinblick auf eine spätere klinische Anwendung, vor allem in tiefgelegenen und komplikationsträchtigen Operationsgebieten, werden während der Experimente generell Quarzfasern zur Transmission der Laserpulse und XeCl-Excimerlaser der Wellenlänge 308 nm benutzt. Durch Spezialfasern mit trichterförmig ausgebildeter Einkoppelseite konnte eine erhebliche Steigerung der ausgekoppelten Laserenergie erzielt werden.

Es wurden systematische Messungen mit verschiedenen Applikationstechniken (Bohren, Schneiden) an Rinder- und Schweinemenisci sowie Rippenknochen durchgeführt. Insgesamt wurden ca. 400 Bohrungen und Schnitte unter Variation der Bestrahlungsparameter gesetzt und ausgewertet. Dazu standen Excimerlaser unterschiedlicher Pulsdauern (28 ns, 60 ns, 250–300 ns) und Taperfasern mit Kerndurchmessern von 400 µm, 600 µm und 1000 µm zur Verfügung. Es wurde im wäßrigen Milieu gearbeitet.

Die ausgekoppelte Energie pro Puls betrug maximal 70 mJ, die Wiederholfrequenz bis 100 Hz.

Es wurden Bohrgeschwindigkeiten im Meneiscusgewebe bis zu 6 mm/s, Ablationsraten am Rippenknochen von 2 µm bis maximal 5 µm pro Puls erreicht.

Laserschnitte und Bohrungen wiesen keine Carbonisationen auf. Bei entsprechender Parameterauswahl konnten jedoch auch mit diesem Lasertyp thermische Effekte erzielt werden. Inwieweit sie zur Blutstillung ausreichen, ist Gegenstand weiterer Experimente.