

Hubert Johann Weber
Dr. med. dent.

Technische Entwicklungen für die thermische Gewebedestruktion und Gewebepräparation – experimentell-chirurgische Evaluierung

Geboren am 13.05.1958 in Nürnberg
Reifeprüfung am 24.06.1977 in Nürnberg
Studiengang der Fachrichtung Zahnmedizin vom WS 1982 bis SS1987
Vorphysikum am 02.08.1983 an der Universität Erlangen
Physikum am 15.04.1985 an der Universität Erlangen
Staatsexamen am 28.12.1987 an der Universität Erlangen

Promotionsfach: Frauenheilkunde
Doktorvater: Prof. Dr. med. D. Wallwiener

Einleitung:

Die *Gewebepräparation* mittels monopolarer oder bipolarer Hochfrequenzstromtechnik ist eine Routinemethode bei operativen Endoskopien. Die thermische Präparation dient dabei im wesentlichen zum Trennen von Geweben mit gleichzeitiger Hämostase im Inzisionsbereich. Neben der thermischen Präparation ist ein weiteres Verfahren die *thermische Destruktion*, z.B. um Metastasen, die einer Exstirpation nicht zugänglich sind selektiv unter Schonung des umgebenden Gewebes zu koagulieren, dieses Verfahren wird als interstitielle Thermodestruktion bezeichnet.

Ziel dieser Forschung war es, zwei neue Technologien, die Ultraschalltechnologie für die Gewebepräparation und Hochfrequenzstromtechnik für die interstitielle thermische Gewebedestruktion zu untersuchen. Die folgenden Fragestellungen sollten dabei untersucht werden:

Interstitielle thermische Destruktion

- Eignung der bipolaren Hochfrequenzstromtechnik zur interstitiellen thermischen Destruktion.
- Eignung der monopolaren Hochfrequenzstromtechnik zur interstitiellen thermischen Gewebedestruktion.
- Vergleich von laserinduzierter interstitieller Thermotherapie und hochfrequenzstrominduzierter interstitieller Thermotherapie.

Thermische Gewebepräparation:

- Möglichkeit zur Optimierung der Gewebepräparation durch ein ultraschallgesteuertes Skalpell.

Klinische Aspekte

- Übertragbarkeit der experimentell gewonnenen Ergebnisse zur Gewebepräparation und Gewebedestruktion in der klinischen Anwendung

Material und Methodik:

Interstitielle thermische Destruktion: Ausgehend von einer *in-vitro* Applikationsstudie (drei Applikatorsysteme mit je n = 60 Meßreihen) mit bipolaren HF-Applikatoren unter Bestimmung des zeitlichen Impedanzprofils wurde ein monopolares HF-System entwickelt, das aus einem

HF-Generator mit automatischer Impedanzkontrolle und einer monopolarer Nadelelektrode mit Perfusionsvorrichtung bestand. Nachdem der optimale Leistungswirkbereich (5, 10, 15, 20 Watt) ermittelt worden war, wurde das System an zwei morphologisch unterschiedlichen Geweben mit der laserinduzierten interstitiellen Thermotherapie verglichen. Zur Bestimmung des Gewebefeffektes erfolgte die makroskopische Ausdehnung des Koagulationseffektes in zwei Ebenen (n = 240 Einzelmessungen).

Thermische Gewebepräparation: Vergleichende *in-vitro* Studie einer monopolarer HF-Nadelelektrode und einem Ultraschallskalpell (Ultracision). Erzeugen von Inzisionen bei unterschiedlichen Schneidengeschwindigkeiten (0.25, 0.5, 1.0, 2.0 cm/s) mit morphometrischer Bestimmung der Inzisionstiefe sowie der lateralen und vertikalen thermischen Schädigungszone an Schnittpräparaten (n = 60).

Klinische Aspekte: Einsatz der laserinduzierten interstitiellen Thermotherapie zur thermischen Gewebedestruktion im Rahmen einer klinischen Pilotstudie an zwei Patientinnen mit Beckenrezidiven.

Einsatz des ultraschallgesteuerten Skalpells bei mehreren gynäkologischen Standardeingriffen (n = 15) mit Beurteilung der Präparations- und Hämostaseeigenschaften.

Ergebnisse:

Interstitielle thermische Destruktion: Die Experimente mit dem bipolaren HF-System ergaben, dass sich mit allen Applikatoren maximale Koagulationsnekrosen mit einem Durchmesser von bis zu 15 mm erzeugen lassen. Die maximale Ausdehnung wird nach bereits einer Minute erreicht, ohne dass weitere Steigerungen möglich sind. Die Impedanzmessung ergab, dass eine Austrocknung des Gewebes mit Beendigung der thermischen Leitfähigkeit ursächlich ist. Das auf der Basis dieser Ergebnisse entwickelte monopolare System mit impedanzkontrollierter Leistungskontrolle und perfundierter Nadelelektrode ermöglicht Applikationszeiten von 12 Minuten und ermöglicht Koagulationsnekrosen von mehr als 3 cm. Der direkte Vergleich von laserinduzierter Thermotherapie und hochfrequenzstrominduzierter Thermotherapie an zwei Gewebetypen ergab eine deutliche Überlegenheit (Faktor 1.5 - 2) für das HF-System.

Thermische Gewebepräparation: Die vergleichende morphometrische Studie ergab sowohl in Bezug auf eine erhöhte Inzisionstiefe, als auch verminderte thermische Schädigungen im vertikalen und lateralen Inzisionsbereich. Die tiefsten Inzisionen lassen sich dabei bei langsamer Schnittgeschwindigkeit erzielen (0.25 – 0.5 cm/s). Die Inzisionstiefe ist dabei um bis zu einem Faktor 1.5 erhöht, bei gleichzeitiger Verringerung der lateralen Schädigung um den Faktor 2.8 und der vertikalen Schädigung um den Faktor 2.

Klinische Aspekte: Die klinische Applikation der interstitiellen Thermotherapie in der Gynäkologie ist möglich. Das Ultraschallskalpell zeigt deutlich verbesserte Präparationseigenschaften bei der Darstellung anatomischer Strukturen.

Schlussfolgerungen:

Eine Optimierung der interstitiellen thermischen Gewebedestruktion durch die monopolare Hochfrequenzstromtechnik ist prinzipiell möglich. Entscheidend ist, dass eine Verminderung der elektrischen Leitfähigkeit mit Impedanzanstieg vermieden wird. Hervorragende Ergebnisse lassen sich dabei mit einem HF-Generator zur impedanzkontrollierten Leistungskontrolle mit perfundierter Nadelelektrode erzielen. Eine wichtige Bedingung für die weitere klinische Erprobung ist die Entwicklung effektiver Temperaturmonitoringverfahren zur visuellen Darstellung des sich interstitiell ausdehnenden Gewebefeffektes.

Die Entwicklung und Optimierung ultraschallbetriebener Präparationsinstrumente sollte weiter verfolgt werden.

