

Frank Kristian Cornelius Pianka

Dr. med.

Innovationen auf dem Gebiet der Lebervolumetrie, Simulation von Lebereingriffen und präoperativen Resektionsplanung

Promotionsfach: Chirurgie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Bruno Schmied

In diesem Projekt wird einerseits die allgegenwärtige Thematik des niedrigen Organ-Angebots in der Lebertransplantationschirurgie behandelt, die den Chirurgen immer öfter an technische und vor allem ethische Grenzen stoßen lässt. Auf der anderen Seite beschreibt die vorliegende Arbeit Neuerungen auf dem Gebiet der präoperativen Resektionsplanung und Simulation.

Die Innovation neuer und Verbesserungen bestehender Verfahren der chirurgischen Therapie war und ist zu jeder Zeit die Basis des chirurgischen Fortschritts und Subjekt medizinischer Forschung.

Vornehmlich präklinische Studien müssen oft auf kostenintensive Großtierversuche zurückgreifen, um ihre Systeme zu erproben und zu validieren. Ebenfalls der ethische Aspekt von Tierexperimenten ist regelmäßig Thema öffentlicher Diskussion. Um lange Versuchsanzugszeiten, Kosten und Tierleben zu sparen, war das primäre Ziel des Projektes ein validiertes *in-vitro* Modell zu entwickeln, welches es erlaubt, navigierte Lebereingriffe an perfundierten Schweinelebern durchzuführen und somit *in-vivo* Eingriffe zu simulieren.

Aufgrund der Volumenproblematik bei Lebereingriffen war es das sekundäre Ziel, dem Chirurgen die Operationsplanung durch 3D Organ-Gefäß-Modelle zu erleichtern und ihn bei seiner Entscheidungsfindung durch wichtige Zusatzinformationen über Anatomie, Lagebeziehungen und Organvolumina zu unterstützen.

Die Arbeit gliederte sich in drei Hauptteile. Im ersten Teil wurde mit tierexperimenteller Hilfe ein artifizielles extrakorporales Perfusionsmodell zur künstlichen Durchblutung parenchymatöser Organe entwickelt – in unserem Falle der Leber – um ein späteres Zurückgreifen auf Tierexperimente zu vermeiden. Die ermittelten Ergebnisse unserer Fluss-Volumen Analyse zeigten vergleichbare Werte

zur realen *in-vivo* Perfusion. Nach erfolgreicher Entwicklung des Modells entstand im zweiten Teil ein Atembewegungssimulator zur Simulation der Atmungs-abhängigen Deformation der Leber im künstlichen Umfeld, welcher zur Erprobung und Validierung eines Weichteilnavigationssystems eines Partnerprojekts als *in-vitro* Modell diente. In der durchgeführten Atembewegungsanalyse konnte die Vergleichbarkeit zur menschlichen Atmung eindeutig gezeigt werden. Somit kann der Atembewegungssimulator zur validen Testung von jeglichen Weichteilnavigationssystemen oder Leberresektionssimulationen herangezogen werden. Die gleichzeitige Kostenminimierung, das Einsparen von Tierexperimenten sowie die gute Transportierbarkeit sind nur einige der vielen Vorteile des Atembewegungssimulators.

Im dritten Teil erfolgte die Evaluation eines neuen Resektionsplanungs-Tools (mint Liver™) an Hand einer klinischen Studie, welche erfolgreich die Vorzüge von präoperativer virtueller Resektionsplanung am Beispiel großer Lebereingriffe bestätigen konnte. Knapp 100mL an funktionellem Lebervolumen konnten jeweils durchschnittlich in unserem Patientenkollektiv gespart werden.

Die Reduktion des Resektionsvolumens hat einen maximalen Einfluss auf das Outcome jedes großen Lebereingriffs mit Verringerung der perioperativen Morbidität und Mortalität.

Zusammenfassend liefert diese Arbeit, bestehend aus insgesamt drei Studien, neue Innovationen auf dem Gebiet der Lebervolumetrie, Simulation von Lebereingriffen sowie der präoperativen Leberresektionsplanung und ermöglicht Kostenminimierung, Einsparen von Tierleben und Verringerung von reseziertem Leberparenchym bei großen Lebereingriffen.