

„KI-gestützte Prozessierung hyperspektraler Bilddaten zur Klassifikation der Dignität von Nachresektaten bei der chirurgischen Therapie des oralen Plattenepithelkarzinoms“

J. Ionfrida¹, D.G.E. Thiem¹

¹ Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie; Universitätsmedizin Mainz

Hintergrund und Zielsetzung

Die Identifizierung krankhafter Gewebeveränderungen auf makro- und mikroskopischer Ebene ist essenziell für die medizinische Diagnose. Die vollschichtige Inzisionsbiopsie mit histopathologischer Analyse gilt als Goldstandard bei der Primärdiagnostik des oralen Plattenepithelkarzinoms. Ebenso relevant gilt ihr perioperativer Einsatz zur Beurteilung der Tumorabsetzungsänder, sowie der Untersuchung entsprechender Nachresektate. Hierbei gilt der Richtwert für eine wahrscheinliche Resektion des Tumors im Gesunden mit genügend Sicherheitsabstand bei 1cm in alle Richtungen. Dieser Wert beruht auf empirischen Daten und bietet nicht die Möglichkeit einer patientenspezifischen Behandlung. Dies führt oft zu Unter- oder Übertherapien. Mit dem vorliegenden Studienvorhaben soll untersucht werden, ob eine Klassifikation von pathologisch verändertem Gewebe in Tumornachresektaten ex vivo unter Verwendung von hyperspektraler Bildgebung und KI-Algorithmen möglich und mit dem Goldstandard der histopathologischen Untersuchung vergleichbar ist.

Das Vorhaben dient dem Ziel eine patientenspezifische Tumorresektion durchführen zu können, um eine mögliche Unter- oder Übertherapie zu vermeiden.



Problem:

Untertherapie
→ Erhöhung der Lokalrezidivrate

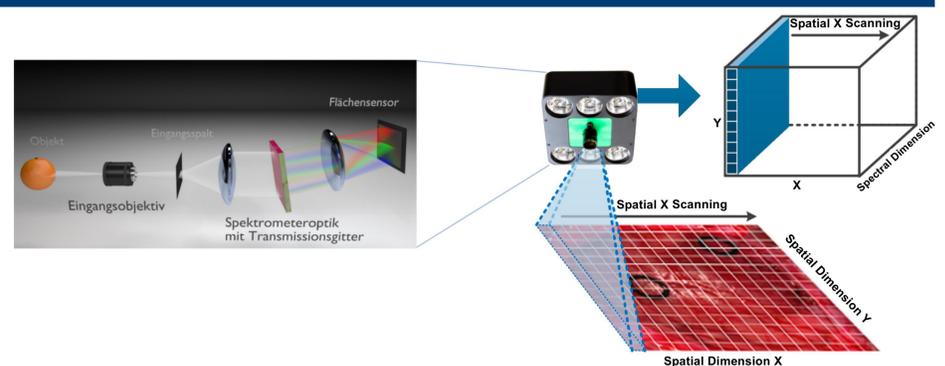
Übertherapie
→ Morbiditätssteigerung

Lösung

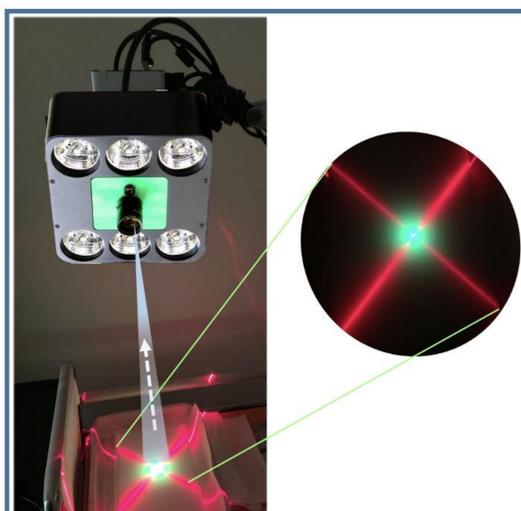
→ Individualisierung

Hyperspektrale Bildgebung

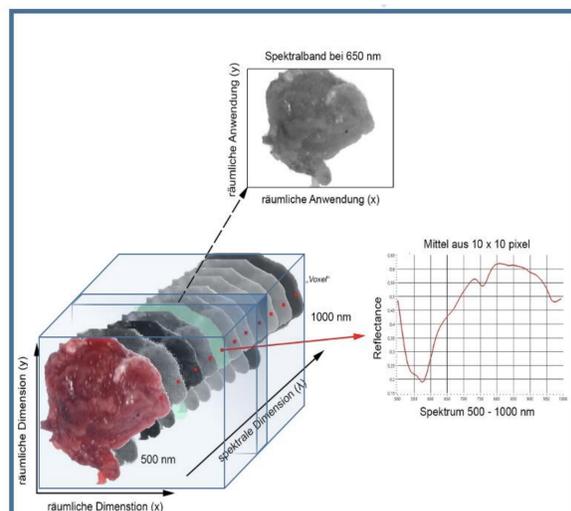
Die hyperspektrale Bildgebung (HSI) ist eine vielversprechende nicht-invasive und nicht-ionisierende Technik, die eine schnelle Erfassung und Analyse von diagnostischen Informationen in verschiedenen Bereichen der klinischen Medizin ermöglicht. Im Gegensatz zu konventionellen RGB-Verfahren (Rot, Grün und Blau), die ein beschränktes Wellenlängenspektrum im für das menschliche Auge sichtbaren Bereich abdecken, ermöglicht die hyperspektrale Bildgebung (HSI) die Verarbeitung eines elektromagnetischen Wellenlängenspektrums über 740 nm hinaus. Dabei besitzt jedes Gewebe eine gewebsspezifisches Spektralmuster, auch spektrale Signatur genannt.



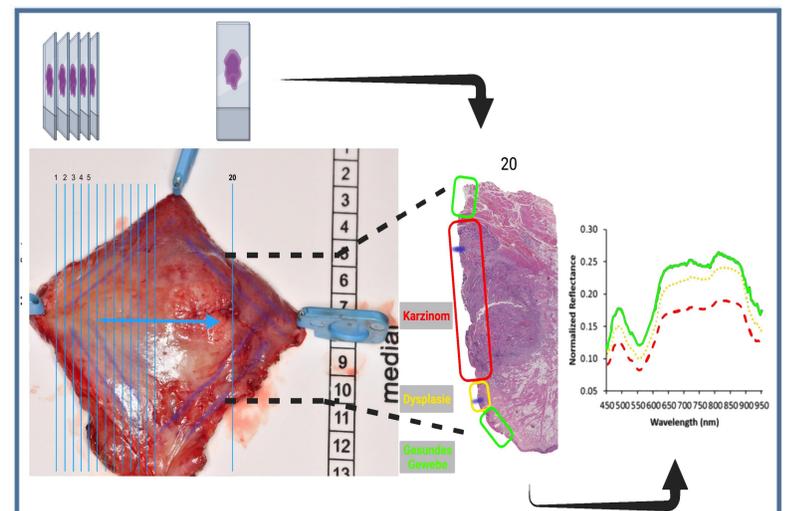
Versuchsaufbau



Versuchsaufbau



HSI Cube mit Beispiel bei 650nm



Histopathologische Korrelation der spektralen Signatur

Material und Methoden

In dieser prospektiven, nicht – randomisierten, klinischen Studie werden humane Gewebeproben intraoperativ entnommen und mittels Hyperspektralbildgebung (HSI) gescannt. Bei den Gewebeproben handelt es sich um Nachresektate die im Rahmen der Resektion oraler Plattenepithelkarzinome anfallen. Im Anschluss an die Entnahme erfolgt die Hyperspektralaufnahme der jeweiligen Gewebeprobe. Die hyperspektralen Bilder werden mit einem hyperspektralen Sensorsystem (TIVITA® – Tissue – System, Diaspective Vision GmbH, Pepelow, Deutschland) aufgenommen. Nach Anfertigung der HS-Aufnahme werden die Schnellschnitte zur Aufbereitung an das histopathologische Institut der Universitätsmedizin Mainz geschickt.

Die HS-Daten werden mittels einer künstlichen Intelligenz, der ein konvolutes neuronales Netzwerk (CNN) zugrunde liegt, ausgewertet. Dabei dienen die Ergebnisse der histopathologischen Aufarbeitung als sogenannte ground truth (Fragestellung: Resektatränder tumorfrei ja / nein). Die angestrebte Zielgröße für das Untersuchungskollektiv liegt bei etwa 80 Gewebeproben.

Quellen:
1. Thiem DG, Römer P, Gielsch M, Al-Nawas B, Schlüter M, Pfaff B, et al. Hyperspectral imaging and artificial intelligence to detect oral malignancy—part 1—automated tissue classification of oral muscle, fat and mucosa using a light-weight 6-layer deep neural network. *Head & face medicine.* 2021;17(1):1-9.
2. Ishida T, Kurihara J, Viray FA, Namuco SB, Paringit EC, Perez GJ, et al. A novel approach for vegetation classification using UAV-based hyperspectral imaging. *Computers and electronics in agriculture.* 2018;144:80-5.
3. de la Ossa MÁF, Amigo JM, García-Ruiz C. Detection of residues from explosive manipulation by near infrared hyperspectral imaging: A promising forensic tool. *Forensic science international.* 2014;242:228-35.
4. Halicek M, Fabelo H, Ortega S, Callico GM, Fei B. In-vivo and ex-vivo tissue analysis through hyperspectral imaging techniques: revealing the invisible features of cancer. *Cancers.* 2019;11(6):756.
5. Römer P. Hyperspektralbildgebung zur automatisierten Klassifizierung von oraler Muskulatur, Fett und Mundschleimhaut unter Verwendung eines 6-schichtigen light-weight neuronalen Netzwerks: Johannes Gutenberg-Universität Mainz; 2022