Klinische Evaluierung eines computergestützten T-Staging von Ösophagustumoren an ausgewählten Standbildern des Endoskopischen Ultraschalls

Helmut Sußmann, David Hansel, Thomas Rösch*, Hans-Dieter Allescher*, Alexander Horsch

Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie
*II. Medizinische Klinik
Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
Ismaninger Str. 22, 81675 München
Email: helmut.sussmann@imse.med.tu-muenchen.de

Zusammenfassung. Zur objektivierenden Unterstützung der Beurteilung von Endosonographiebildern des Ösophagus wurde eine Tumorstagingsoftware herangezogen, die durch ein semiautomatisches Verfahren eine Einstufung in die Entwicklungsstadien T1, T2 und T3 vornimmt. Für die hierzu notwendige Erkennung und Bewertung der Tumorgrenzen wurde ein neuronales Netz und ein statistischer Algorithmus als Klassifikationsmethoden verwendet. Die Evaluierung der Leistungsfähigkeit des Programmes erfolgte an Einzelbildern, die aus Videoaufnahmen der endoskopischen Ultraschalluntersuchungen von Patienten des Klinikums rechts der Isar der TU München gewonnen wurden.

Schlüsselwörter: Computergestützte Diagnostik, Endosonographie, Ösophagustumoren, Tumorstaging

1 Einleitung

Der endoskopische Ultraschall ist derzeit die Methode der Wahl zur Klassifizierung von Tumoren des Gastrointestinaltraktes [1, 2].

Die visuelle Bewertung der Stadien von Ösophagustumoren in Endosonographiebildern durch den Arzt unterliegt aber einer starken Intra- und Interobservervariabilität. Dem Tumorstaging kommt jedoch hinsichtlich des weiteren Therapievorgehens und der Prognose der Erkrankung eine entscheidende Bedeutung zu. Angestrebt wird eine höhere Bewertungssicherheit durch eine computerunterstützte Zweitmeinung. Systeme die eine vergleichbare Aufgabenstellung bewältigen, konnten wir bisher in der Literatur nicht finden.

2 Vorarbeiten

Auf der Grundlage von 85 Ultraschallbildern mit histologisch gesicherter Diagnose wurde ein Bildverarbeitungsprogramm entwickelt, das in Anlehnung an die im klinischen Alltag gebräuchliche TNM-Klassifikation ein Staging der Tumore in die Klassen T1 bis T3 durchführt [3].

Da sich eine vollautomatische Lokalisation der Tumore in den Standbildern als zu komplex erwies und auch die diagnostische Erfahrung der beteiligten Ärzte genutzt werden sollte, wurde ein halbautomatisches Verfahren herangezogen. Als Orientierungshilfe für die Detektion der Tumoraußengrenze wurden einige Punkte auf dieser Grenze durch die Ärzte markiert. Die anschließende Klassifikation erfolgte über die Merkmale Tumorgröße sowie Erhaltungsgrad und Irregularität der Muskularis. Der Zustand dieser Schleimhautschicht des Ösophagus spielt beim Befunden der Tumorstadien eine wesentliche Rolle [4, 5]. Beim Staging durch das Programm wurden die Merkmale in einem k-nearest-neighbour-Verfahren (kNN) und einem neuronalen Netz (mehrschichtiges Perzeptron) verarbeitet. Die während der Entwicklung des Verfahrens erzielten guten Ergebnisse, mit einer Treffsicherheit bis zu 77 %, sollten in dieser Studie anhand von Ösophagustumorfällen in 55 Patienten der II. Medizinischen Klinik des Klinikums rechts der Isar verifiziert werden.

3 Studiendesign

Als Ausgangsmaterial diente ein VHS-Videoband mit Aufnahmen endoskopischer Ultraschalluntersuchungen von Speiseröhrentumoren. Die Videosequenzen wurden auf einer SGI-Workstation O2 mit der Software Mediarecorder digitalisiert. Die beiden beteiligten, in der Endosonographie erfahrenen Ärzte sichteten an einem PC mit der Videobearbeitungssoftware Adobe Premiere das Material. In mehreren Arbeitssitzungen wählten sie getrennt voneinander jeweils fünf Einzelbilder (Abb. 1) pro Fall aus, die exakten Positionen der Frames wurden notiert.

Die zuvor ausgewählten Stellen wurden aufgesucht und die Einzelbilder als Tiff-Dateien exportiert (Abb. 2). Als Komprimierungsmethode diente der Cinepak Codec von Radius. Gleichzeitig wurden in diesem Arbeitsschritt die Bilder beschnitten, um die eingeblendeten Patientendaten zu entfernen und eine Anonymisierung zu gewährleisten. Es entstanden insgesamt 550 Einzelframes mit den Ausmaßen 672x480 Pixel und einer Dateigröße von jeweils 949 KB.

Mit der auf einer SGI-Workstation Indy R5000 installierten Tumorstagingsoftware wurden die einzelnen Bilddateien nacheinander geladen. In jedem Bild setzten die Ärzte mindestens drei Punkte durch Anklicken mit der Maus, um die ungefähre Außengrenze des Tumors zu markieren (Abb. 3). Die Klassifikation erfolgte wiederum mit den oben genannten Methoden (Abb. 4). Die Stagingergebnisse wurden für beide Ärzte und für beide Verfahren getrennt gespeichert und ausgewertet.

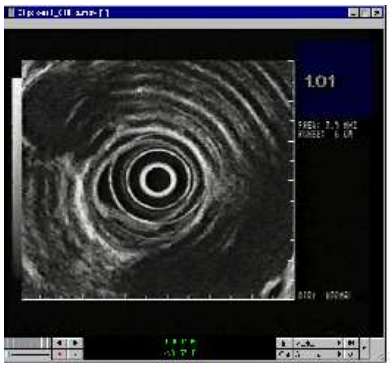

Abb. 1 Ausschnitt aus Video

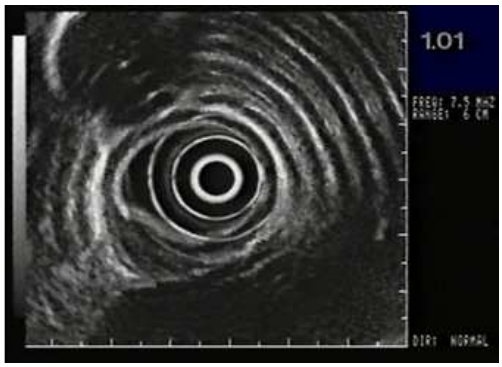

Abb. 2 Importiertes Einzelbild

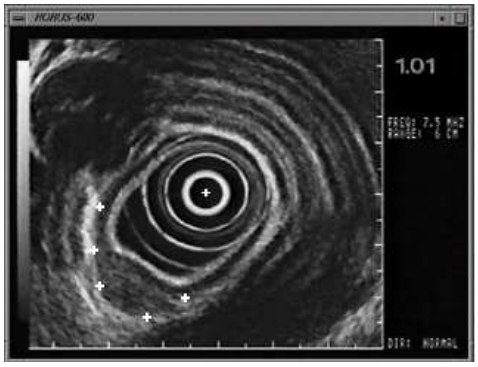

Abb. 3 Markiertes Einzelbild

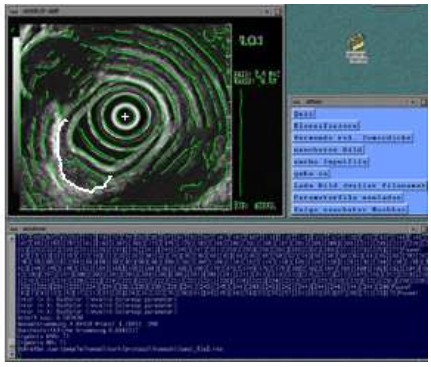

Abb. 4 Programmoberfläche nach Staging

4 Ergebnisse

Im Vergleich mit den vorhandenen histologischen Befunden ergaben sich in der bildbezogenen Auswertung der Ergebnisse variierende Trefferquoten (Tab 1 bis Tab 4).
In nahezu allen Fällen konnten die Resultate der vorangegangenen Studie nicht erreicht werden.

4.1 Ergebnisse mit dem statistischen Algorithmus

Tatsächliches Tumorstadium	Ergebnis der Klassifikation		
	T1	T2	T3
T1	11 (28)	20(50)	9 (22)
T2	20 (25)	29 (36)	31 (39)
T3	23 (15)	65 (42)	67 (43)

Tabelle 1. Arzt 1-Ergebnisse der richtig klassifizierten Einzelbilder (in Prozent)

Tatsächliches Tumorstadium	Ergebnis der Klassifikation		
	T1	T2	T3
T1	17 (43)	7 (17)	16 (40)
T2	8 (10)	24 (30)	48 (60)
T3	8 (5)	40 (26)	107 (69)

Tabelle 2. Arzt 2-Ergebnisse der richtig klassifizierten Einzelbilder (in Prozent)

4.2 Ergebnisse mit neuronalem Netz

Tatsächliches Tumorstadium	Ergebnis der Klassifikation		
	T1	T2	T3
T1	14 (35)	2 (5)	24 (60)
T2	9 (11)	10 (13)	61 (76)
T3	8 (5)	14 (9)	133 (86)

Tabelle 3. Arzt 1-Ergebnisse der richtig klassifizierten Einzelbilder (in Prozent)

Tatsächliches Tumorstadium	Ergebnis der Klassifikation		
	T1	T2	T3
T1	8 (20)	17 (43)	15 (37)
T2	18 (22)	26 (33)	36 (45)
T3	27 (17)	56 (36)	72 (47)

Tabelle 4. Arzt 2-Ergebnisse der richtig klassifizierten Einzelbilder (in Prozent)

Auch in der fallbezogenen Auswertung, bei der jeweils der Mittelwert und der Median aus den jeweils fünf Bildern eines Tumorfalles verwendet wurden, ergaben sich keine wesentlich unterschiedlichen Werte.

5 Bewertung

Die Ergebnisse müssen in Relation gesehen werden zu einer bereits vor Studienbeginn von insgesamt fünf fachkundigen Ärzten unabhängig voneinander durchgeführten Klassifikation der untersuchten Tumorfälle. Auch diese Bewertung erbrachte unbefriedigende Ergebnisse. Die Ärzte erkannten zwar Tumore im Stadium T3 meist besser, mit einer Treffersicherheit von bis zu 90%, andererseits stuften sie die Stadien T1 und T2 zum Teil nur zu 20 bis 25% richtig ein. Das Einfließen dieser Einschätzungen in die Studie über die Auswahl der Einzelbilder und das Markieren der Tumoraußengrenze könnte ein wesentlicher Grund für die niedrigeren Trefferquoten der computergestützten Klassifikation sein. In Frage kommt auch die Tatsache, daß die Bilder der Vorstudie ursprünglich für einen Endoskopieatlas ausgewählt wurden und hierbei "typische" Tumorfälle bevorzugt wurden. Für einen Einsatz in der klinischen Routine erscheint die Bewertungsqualität des Programmes derzeit nicht ausreichend. Die Quoten der richtig eingestuften Tumorstadien schwanken zu stark und fallen zum Teil deutlich zu niedrig aus.

6 Ausblick

Eine Weiterentwicklung des Programmes erscheint dennoch sinnvoll, da die Bildqualität aktueller endosonographischer Untersuchungen erheblich verbessert wurde und somit die Erkennung von Gewebestrukuren durch das Programm erleichtert wird. Eine direkte digitale Übernahme der Bilder aus der Untersuchungssituation heraus unter Einsparung der Verwendung eines Videobandes würde die dadurch bedingten Qualitätseinbußen vermeiden und so die Bewertungsicherheit ebenfalls steigern. Sinnvoll erscheint auch die Anwendung größerer Datensätze zum Training des neuronalen Netzes und des statistischen Algorithmus.

7 Literatur

1. Keim V, Mössner J: Endoskopie, Ultraschall und Röntgen als rationelles Komplementärsystem. Internist, 37:785-792, 1996.
2. Schassmann A: Possibilities and limitations in endosonography of the gastrointestinal tract. Ther Umsch, 54:31-36, 1997.
3. Büsching D, Eberle K, Horsch A: Semiautomatische Tumorklassifikation in Endosonographiebildern des Ösophagus mit einem neuronalem Netz und einem statistischen Algorithmus. In: Arnolds B, Müller H, Saupe D, Tolxdorff T (Hrsg): Digitale Bildbearbeitung in der Medizin. Tagungsband zum 4. Freiburger Workshop 14.-15. März 1996, Universität Freiburg, 138-143
4. Rösch T, Classen M: Indikationen und Stellenwert der Endosonographie des oberen Gastrointestinaltraktes. Bildgebung. 58:100-108, 1991.
5. Rösch T, Classen M: Gastroenterologic Endosonography. Thieme, Stuttgart, 1992.