

M. Lell<sup>1</sup> · U. Baum<sup>1</sup> · M. Koester<sup>2</sup> · A. Nömayr<sup>1</sup> · H. Greess<sup>1</sup> · M. Lenz<sup>1</sup> · W. Bautz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Diagnostische Radiologie (Direktor: Prof. Dr. W. Bautz),  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

<sup>2</sup> Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten (Direktor: Prof. Dr. M. E. Wigand),  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

# Morphologische und funktionelle Diagnostik der Kopf-Hals-Region mit Mehrzeilen-Spiral-CT

## Zusammenfassung

**Zielsetzung:** Die Mehrzeilen-Spiral-CT (MSCT) bietet den Vorteil kurzer Untersuchungszeiten bei verbesserter Auflösung in der Körperlängsachse (z-Richtung). Die daraus resultierenden Verbesserungen für die Bildgebung in der Kopf-Hals-Diagnostik sollen aufgezeigt werden.

**Material und Methoden:** 80 Patienten mit Tumorverdacht im Kopf-Hals-Bereich wurden an einem MSCT (Somatom Plus 4 VZ) mit einer Schichtkollimation von 4×1 mm und pitch 6 nach i.v.-Kontrastmittelgabe untersucht. In allen Fällen wurden zusätzlich zu den axialen Schnittbildern Sekundärrekonstruktionen angefertigt.

**Ergebnisse:** Die besonderen anatomischen Verhältnisse dieser Region sowie die Lage der bevorzugten Ausbreitungswege von Kopf-Hals-Tumoren können in axialer Schichtführung nicht immer befriedigend dargestellt werden. Eine Infiltration der Schädelbasis oder des harten Gaumens konnte in allen Fällen mit koronaren MPR's ohne zusätzliche koronare Schichtung nachgewiesen bzw. ausgeschlossen werden. Bei 7 Patienten wurden auf den Sekundärreformationen zusätzliche pathologische Lymphknotenbefunde erhoben.

**Diskussion:** Die modernen Therapiekonzepte der limitierten Tumorchirurgie erfordern eine sehr exakte präoperative Festlegung der Tumorgrenzen. Dazu dient das vorgestellte Untersuchungsprotokoll, das hochauflösende Reformationen in beliebiger Schnittführung erlaubt. Funktionelle Studien des Larynx und Hypopharynx verbessern die diagnostische Aussagekraft der CT, kurze Scanzeiten sind

hier von besonderer Bedeutung, um Bewegungsartefakte zu minimieren.

## Schlüsselwörter

Computertomographie · Mehrzeilen-Spiral-CT · Funktionelle Bildgebung · Plattenepithelkarzinom · Nasopharynx · Oropharynx · Hypopharynx · Larynx

Der Großteil aller Malignome im Kopf-Hals-Bereich gehört histologisch zu den Plattenepithelkarzinomen. Diese Tumoren entstehen an der Schleimhautoberfläche und sind daher in der Regel der Inspektion zugänglich. Ist eine biopsische Tumorsicherung in Lokalanästhesie nicht möglich, ist der inspektorisches Verdacht in einer Panendoskopie zu bestätigen. Vorteil der Panendoskopie ist die Beurteilungsmöglichkeit der sichtbaren Oberflächenausdehnung und die Entnahme von Biopsien zur definitiven histologischen Diagnose. Hauptaufgabe von bildgebenden Verfahren wie CT und MRT ist deshalb nicht das primäre Tumorscreening, sondern die exakte Definition der Infiltrationstiefe von Tumoren und ihrer Metastasierungswege. So stehen die Frage nach der Resektabilität der Tumoren, die Planung der Operation (kurative Resektion versus Tumor-Debulking) sowie der adjuvanten oder allei-

nigen Radio-/Chemotherapie und die Planung der operativen Defektrekonstruktion durch verschiedene Lappenplastiken im Vordergrund.

Eine korrekte T-Klassifikation durch die klinische Untersuchung in Kombination mit der Panendoskopie gelingt bei Larynx Tumoren nur in 52–64% der Fälle, die Treffsicherheit läßt sich mit der CT (80–88%) und MRT (85–86%) deutlich steigern [1, 18, 19, 20, 21]. Hauptursache dafür ist, daß submukös wachsende Tumoranteile endoskopisch nicht erkannt werden, tiefe Kompartimente wie der präepiglottische und parapharyngeale Raum entgehen der Diagnostik durch die panendoskopische Spiegelung in Vollnarkose. Hypopharynxkarzinome weisen häufig ein Tumorwachstum unter intakter Schleimhaut auf, so daß nur die Spitze des Eisbergs direkt sichtbar ist. Falsch negative Biopsien führen zu Zeitverzögerung und damit neben dem Risiko eines erneuten Eingriffs, der falschen OP-Planung auch zu einer Verschlechterung der Prognose des Patienten. Im Gegensatz zur Sonographie, die den Vorteil der funktionellen Diagnostik bietet, sind CT und MRT besser reproduzierbar, weniger untersucherabhängig und pathologische Befunde dem Operateur besser zu demonstrieren.

Dr. Michael Lell  
Institut für Diagnostische Radiologie  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Maximiliansplatz 1, D-91054 Erlangen  
e-mail: lell@idr.med.uni-erlangen.de

M. Lell · U. Baum · M. Koester · A. Nömayr  
H. Greess · M. Lenz · W. Bautz

## Morphological and functional diagnosis in the head and neck with multiplanar spiral CT

### Summary

**Purpose:** To evaluate the improvement of multislice-spiral CT in the assessment of head and neck tumors.

**Material and Methods:** 80 patients with suspected tumor in the head and neck region were examined with MSCT (Somatom Plus 4 VZ) after the administration of i.v. contrast material. Slice collimation was 4×1 mm with a pitch factor of 6. Additional multiplanar reformations were calculated in each case.

**Results:** The specific anatomy and pathways of tumor spread is difficult to demonstrate in cross-sectional imaging. Tumor infiltration of the base of the skull or the palate could be depicted or excluded on coronal MPR, additional coronal scanning was not necessary. The detection of pathologic lymph nodes was improved with MPR in 7 patients.

**Discussion:** The exact determination of tumor margins is mandatory for modern therapy concepts of limited surgery. High resolution datasets are basis for reformations in arbitrary planes, making additional coronal scanning not necessary. Functional imaging of the larynx and hypopharynx improve the diagnostic accuracy of CT, a short scantime is necessary to reduce motion artifacts. Conclusive assessment of tumor infiltration, lymphatic spread and functional alterations is improved with MSCT.

### Key words

Computed tomography · multislice CT · functional imaging · squamous cell carcinoma · nasopharynx · oropharynx · hypopharynx · larynx

Sowohl für die Computertomographie als auch für die Kernspintomographie liegen umfassende Daten zur Treffsicherheit der Tumordetektion im Kopf-Hals-Bereich vor [1, 6, 9, 11, 12, 13, 21]. Verbesserte Resultate ergaben sich mit der Einführung der Spiral-CT aufgrund einer drastischen Verkürzung der Untersuchungszeit [15]. Die jüngste Generation von CT-Scannern mit Mehrzeilendetektortechnik markiert einen weiteren Meilenstein. Grundsätzlich kann der Untersucher zwischen zwei Optionen wählen:

- „rapid acquisition“ mit der Einzeilen-Spiral-CT vergleichbarer Bildqualität in sehr kurzer Aquisitionszeit,
- „high resolution“ mit der Einzeilen-Spiral-CT vergleichbarer Aquisitionszeit bei hoher z-Auflösung durch enge Schichtkollimation.

Gerade Patienten mit fortgeschrittenen Tumorstadien leiden häufig unter Schluck- und Atembeschwerden. In diesen Fällen ist eine kurze Untersuchungszeit zur Reduktion von Bewegungsartefakten besonders wichtig, um eingeschränkt beurteilbare Untersuchungen zu vermeiden. So kann ohne große Belastung des Patienten eine umfassende Einschätzung der Tumorsituation im Hinblick auf das weitere Prozedere (kurativer versus palliativer Therapieansatz, Auswahl der Therapiemodalitäten) vorgenommen werden.

Die Vorteile von funktionellen Studien des Larynx und Hypopharynx wurden bereits in den 80er Jahren beschrieben [3, 10]. Aufgrund häufig eingeschränkter Bildqualität durch Bewegungsartefakte hat diese Methode den

Einzig in die klinische Routine nur in wenigen Zentren gefunden.

## Untersuchungstechnik

Mit der Einzeilen-Spiral-CT (Somatom Plus 4, Siemens, Erlangen) untersuchen wir Patienten mit Kopf-/Hals-Tumoren nach einem standardisierten Protokoll: Untersuchung während ruhiger Atmung des Patienten, Schichtkollimation 3 mm bei einem Tischvorschub von 5 mm (Pitch 1.7); Rotationszeit 0,75 s; Gesamtscanzeit bei einer Untersuchungsregion von der Schädelbasis bis unterhalb des Aortenbogens 38 s (bei angenommener Scanlänge von 250 mm); Bildrekonstruktion mit einem Inkrement von 3 mm. Zur Minimierung von Aufhärtungsartefakten durch Zahnfüllungen wird eine zweite, in der Bißebene angulierte, kurze Spirale angeschlossen. Die Untersuchung wird nach intravenöser Gabe von 150 ml Kontrastmittel (Flußgeschwindigkeit von 2,5 ml/s), mit einer Verzögerung von 80 s gestartet. Auf eine Nativuntersuchung kann nach unseren Erfahrungen verzichtet werden. Bei Patienten mit unklaren Befunden im Hypopharynx (sinus piriformis) wird zusätzlich eine funktionelle Untersuchung während E-Phonation durchgeführt.

### Limitationen der Einzeilen-Spiral-CT (ESCT)

Zur Reduktion von Bewegungsartefakten muß in der ESCT immer ein Kompromiß zwischen Scanzeit und minimaler Schichtdicke gefunden werden. Ein weiterer limitierender Faktor ist die Röhrenlast, die bei entsprechenden

Tabelle 1  
Untersuchungsprotokolle

	ESCT	MSCT	
Rekonstruierte Schichtdicke (mm)	3,7	1,25	3
Scanzeit (s)	38	21	8
Rotationszeit (s)	0,75 s	0,5	0,5
Schichtkollimation (mm)	3	4×1	4×2,5
Tischvorschub (mm) / Rotation	5	6	15
Pitch	1,7	6	6
KM-Volumen (ml)	150	150	150
KM-Flow (ml/s)	2,5	2,5	2,5

Pitch = Tischvorschub pro Rotation/Kollimation einer Einzelschicht

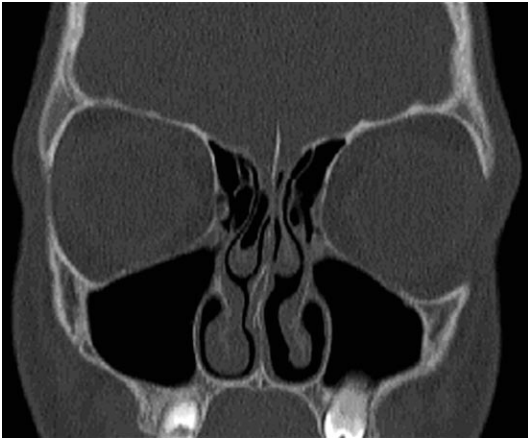


Abb. 1 ◀ **Coronare MPR bei Verwendung des UHR-Modes. Artefaktfreie Darstellung der Nasenhaupt- und Nebenhöhlen. Scanparameter: 4×1 mm, UHR**

Scanparametern nur eine definierte maximale Scanlänge erlaubt. Um den Hals mit seinem Lymphabstromgebiet zu untersuchen, hat sich das oben beschriebene Protokoll in der klinischen Routine bewährt. Für sekundäre Reformationen oder 3 D-Nachverarbeitungsverfahren ist dieses Protokoll jedoch weniger geeignet. Vor allem zum Nachweis einer Schädelbasisinfiltration oder Destruktion von Orbitaboden und hartem Gaumen reichen meist die reformatierten Bilder nicht aus, so daß eine weitere, koronar geschichtete Untersuchung erfolgen muß. Lange Untersuchungszeiten beeinträchtigen darüber hinaus die Qualität von funktionellen Untersuchungen durch verstärkte Bewegungsartefakte.

### Vorteile der Mehrzeilen-Spiral CT (MSCT)

Durch die Einführung von Mehrzeilendetektorgeräten ist es möglich, bei vergleichbarer Schichtdicke in wesentlich kürzerer Zeit ein vorgegebenes Volu-

men zu untersuchen oder bei vergleichbaren Untersuchungszeiten eine engere Schichtkollimation zu wählen und dadurch die z- Auflösung zu steigern. Kürzere Untersuchungszeiten versprechen eine Verringerung der Bewegungsartefakte, die bei fortgeschrittenen Tumorstadien häufiger zu beobachten sind und bisher zu eingeschränkt beurteilbaren Untersuchungen geführt haben.

Für die klinische Routine bieten sich 2 verschiedene Untersuchungsprotokolle für die Mehrzeilen-SCT (Somatom Plus 4 VZ, Siemens, Erlangen) an (Tabelle 1):

„*rapid aquisition protocol*“. Bei einer Schichtkollimation von 4×2,5 mm und einem Tischvorschub von 15 mm pro Rotation (pitch 6) kann ein Volumen von 250 mm Länge bei einer Rotationszeit von 0,5 s in 8 s untersucht werden. Die resultierende Schichtdicke beträgt 3 mm und ist geringer als im oben vorgestellten Protokoll des Somatom Plus 4 (Schichtdicke 3,7 mm).

„*high resolution protocol*“. Eine Schichtkollimation von 4×1 mm und ein Tischvorschub von 6 mm (pitch 6) führt bei 0,5 s Rotationszeit zu einer Untersuchungszeit von 21 s. Die resultierende Schichtdicke von 1,25 mm ergibt eine exzellente Auflösung in z-Richtung (Körperlängsachse) und erlaubt „stufenfreie“ Sekundärrekonstruktionen in frei wählbaren Ebenen.

Scanparameter: 160 mA, 120 kV, 150 ml Kontrastmittel, Injektionsgeschwindigkeit 2,5 ml/s, Start Delay 80 s. Die Untersuchung erfolgt während ruhiger Atmung, bei Pathologien des Larynx und Hypopharynx zusätzlich in E-Phonation. Die Bildrekonstruktion erfolgt mit einer Schichtdicke von 1,25 mm und einem Inkrement von 1 mm zur Anfertigung von multiplanaren Rekonstruktionen und der Auswertung funktioneller Studien, zur klinischen Demonstration des Befundes und zur Filmdokumentation mit 3 mm Schichtdicke und 3 mm Inkrement. Zum Nachweis von Knorpel- oder Knochenbefall werden Bilder im Knochenfenster mit hochauflösendem Kernel rekonstruiert.

### Vorteile der MSCT in verschiedenen Tumorklokalisationen

#### Nasopharynx, Nasennebenhöhlen

Weichteilprozesse in den Nasennebenhöhlen sind ein häufiger Befund in der Schnittbilddiagnostik. Bei fehlenden sekundären Malignitätszeichen wie Lymphknotenmetastasen oder Knochendestruktion kann die Unterscheidung zwischen malignen und benignen Formen in der Bildgebung unmöglich



Abb. 2 ▶ **T1 Zungenrandkarzinom links (↑). a axial, Tumorulcus mit umgebender Kontrastmittelaufnahme, b coronare MPR, Tumorulcus abgrenzbar, Aufhärtungsartefakte durch Zahnimplantate**

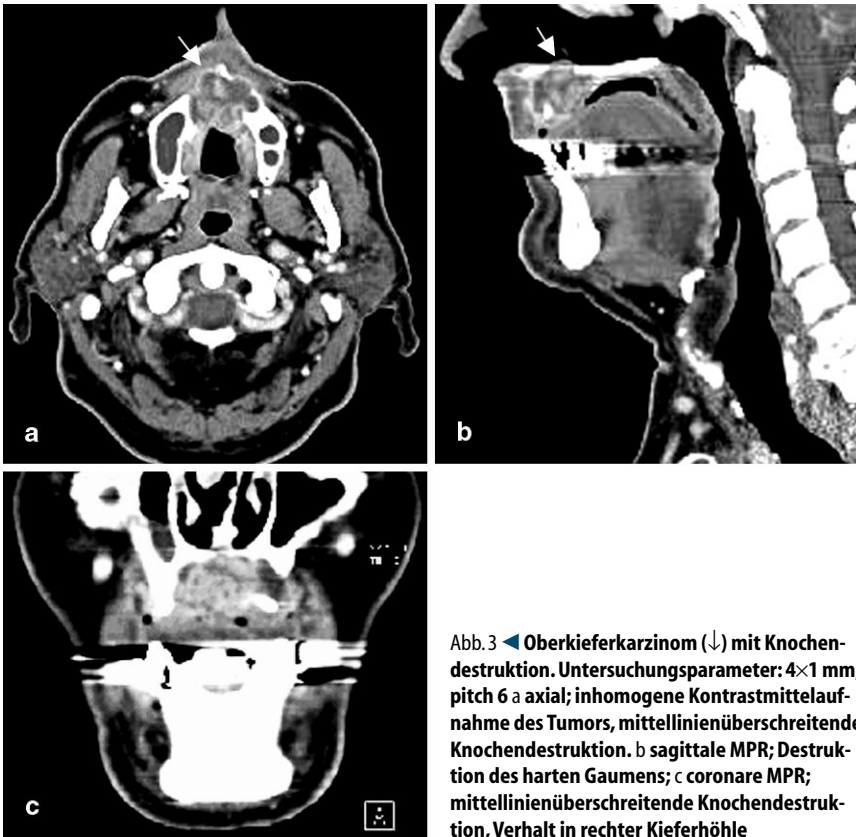


Abb. 3 ◀ **Oberkieferkarzinom (↓) mit Knochen-  
destruktion. Untersuchungsparameter: 4×1 mm,  
pitch 6 a axial; inhomogene Kontrastmittelauf-  
nahme des Tumors, mittellinienüberschreitende  
Knochendestruktion. b sagittale MPR; Destruk-  
tion des harten Gaumens; c coronare MPR;  
mittellinienüberschreitende Knochendestruk-  
tion, Verhalten in rechter Kieferhöhle**

sein. Tumoren des Nasopharynx zeigen anfänglich Zeichen der Tubenventilationsstörung, behinderte Nasenatmung, gelegentlich schleimig eitrig Rhinorrhoe mit Blutbeimischung. Fortgeschrittene Stadien sind durch Hirnnervenausfälle und Schmerzen charakterisiert.

Während Tumoren des Nasopharynx meist endoskopisch auch ohne Narkose zugänglich und biopsierbar sind, ist dies bei Tumoren der Nasenne-

benhöhlen schwierig. Häufig bleiben diese Tumoren lange asymptomatisch, und Lymphknotenmetastasen sind die erste klinische Manifestation. Submuköses flächiges Wachstum erschwert darüber hinaus die Diagnostik. Schnittbildverfahren wie die CT und MRT sind jedoch in der Lage, Veränderungen der Nasennebenhöhlen sehr sensitiv nachzuweisen. Zur Darstellung von Destruktionen der feinen ossären Struk-

turen des Ethmoidalzellsystems sowie des Orbitatrichters und der Wände der Nasenhaupt- und Nebenhöhlen eignet sich die Computertomographie in besonderem Maß. Da jedoch wichtige Leitstrukturen wie der Orbitaboden und die Schädelbasis in der axialen Schnittebene liegen, müssen in der ESCT zusätzliche Untersuchungen in koronarer Schnittführung durchgeführt werden.

Aufgrund des nahezu isotropen Volumendatensatzes, der mit der MSCT mit 1 mm Schichtkollimation gewonnen werden kann, sind diese Zusatzuntersuchungen entbehrlich. Aus dem Datensatz lassen sich beliebige Schnittführungen (koronar, sagittal etc.) berechnen. Dies führt zu einer Dosisreduktion und zu einer Verkürzung der Untersuchungszeit. Aufgrund der wesentlich bequemeren Patientenlagerung können Bewegungsartefakte deutlich reduziert werden, Aufhärtingsartefakte durch Zahnfüllungen oder festsitzende Prothesen treten nicht auf. Eine spezielle Detektorkonfiguration, der sog. „ultra high resolution“ (UHR)-Mode ermöglicht beim Somatom Plus 4VZ eine Auflösung von bis zu 24 Linienpaaren pro cm. Dies erlaubt eine exzellente Darstellung der feinen knöchernen Leitstrukturen (Abb. 1). Verschattungen der Cellulae mastoideae, Folge einer Tubenventilationsstörung und somit indirekter Tumorhinweis, sind in den hochauflösenden Scans ebenfalls gut darstellbar.

Der Datensatz eignet sich in besonderer Weise für 3 D-Nachverarbeitungsverfahren. Mögliche Anwendungsgebiete sind unter anderem die 3 D-Be-

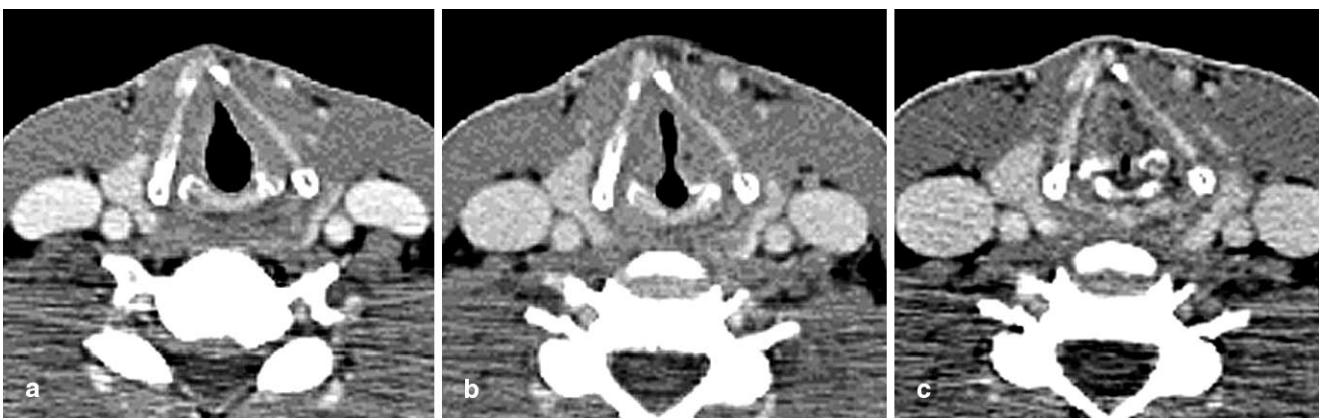


Abb. 4 ▲ **Funktionelle Larynxdiagnostik: normal bewegliche Stimmbänder, a ruhige Atmung, Stimmbänder in Mittelstellung, b e-Phonation, Stimmbänder adduziert, c Valsalva-Manöver: Stimmbänder vollständig adduziert**

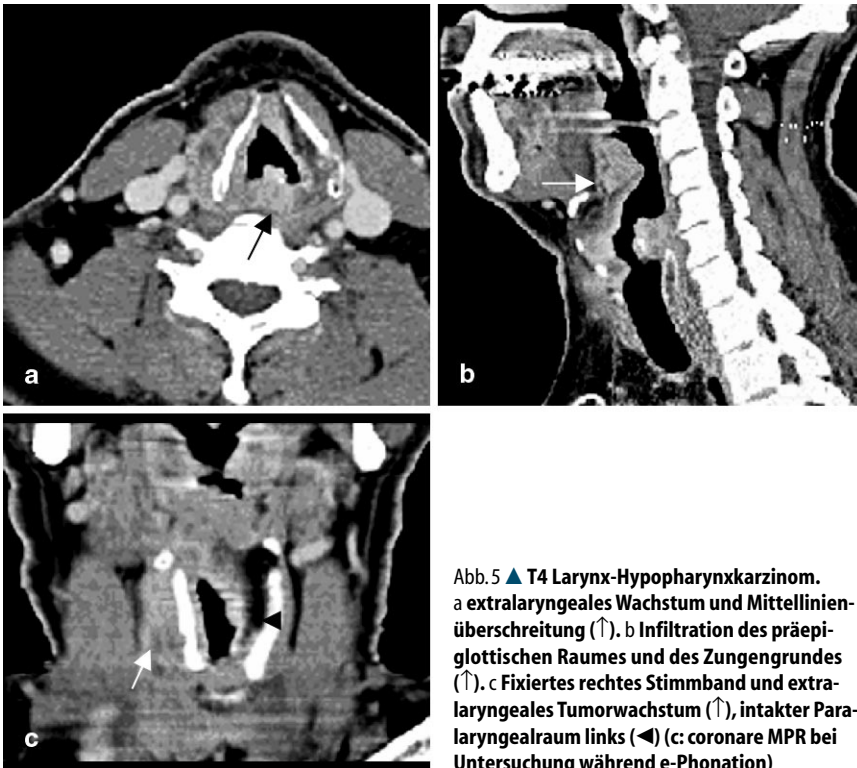


Abb. 5 ▲ T4 Larynx-Hypopharynxkarzinom. a extralaryngeales Wachstum und Mittellinienüberschreitung (↑). b Infiltration des präepiglottischen Raumes und des Zungengrundes (↑). c Fixiertes rechtes Stimmband und extralaryngeales Tumorwachstum (↑), intakter Paralaryngealraum links (◄) (c: coronare MPR bei Untersuchung während e-Phonation)

strahlungsplanung, Computer Assisted Surgery (CAS) [5] oder die virtuelle Endoskopie [4].

### Mundhöhle und Oropharynx

Karzinome des Oropharynx werden durch Schluckbeschwerden, Fremdkörpergefühl, zum Teil ins Ohr ausstrahlende Schmerzen, verstärkt beim Schlucken, und foetor ex ore klinisch apparent. Bei der Palpation kann der Tumor als derbe Induration imponieren. Aufgrund der guten lymphatischen Versorgung neigen diese Tumoren, insbesondere die Zungengrundkarzinome, zu frühzeitigen, häufig beidseitigen Lymphknotenmetastasen.

Die vorderen 2/3 der Zunge sind der Palpation gut zugänglich. Hier haben die bildgebenden Verfahren nur eine untergeordnete Rolle, zumal Aufhärtungsartefakte durch Zahnfüllungen zu einer Einschränkung der Bildqualität in diesem Bereich führen. Hauptaufgabe der CT ist die Beurteilung der Tiefeninfiltration. Bei niedrigen Tumorstadien (T1 und T2) ist die klinische Untersuchung der CT überlegen (Treffsicherheit: Klinik 90%, CT 53%), bei höheren Tumorstadien (T3 und T4) ist die CT deutlich besser

(Treffsicherheit: CT 91%, Klinik 35%) [9]. Klinik und Schnittbildgebung ergänzen sich komplementär. Häufig stellen sich diese Patienten jedoch erst mit fortgeschrittenen Tumorstadien vor, so daß eine CT oder MRT zur Therapieentscheidung (Operation oder Strahlentherapie) indiziert ist. Deutlich bessere Ergebnisse lassen sich mit der CT bei Tumoren des Mundbodens und des Oropharynx erzielen [9].

Wichtige Fragen sind die Mittellinienüberschreitung und Knocheninfiltration, da diese das therapeutische Regime bestimmen. Tumoren des harten und weichen Gaumens sind auf axialen Schnittbildern schwer zu diagnostizieren, deutlich besser gelingt dies in koronarer und sagittaler Schichtführung, die bisher der MRT vorbehalten war. Hochauflösende Untersuchungsprotokolle, wie oben beschrieben, liefern mit der MSCT einen Volumendatensatz, der Rekonstruktionen in z-Richtung in exzellenter Qualität ermöglicht und somit die Beurteilung des Gaumens in der CT verbessert. Das Ausmaß einer Infiltration des Zungengrundes, insbesondere der Valliculae epiglotticae, kann mit sagittalen, das Ausmaß einer Mittellinienüberschreitung mit koronaren Rekonstruktionen übersichtlich dargestellt

werden (Abb. 2, 3). Wichtige Ausbreitungswege wie der Parapharyngeal- und Paravertebralraum sind klinisch nicht beurteilbar. Auch der Sonographie sind diese Bereiche nicht zugänglich. Allein MRT und CT ermöglichen hier eine suffiziente Beurteilung. Diese in longitudinaler Richtung verlaufenden Kompartimente sind in koronarer und sagittaler Schichtorientierung in ihrer Gesamtheit zu erfassen.

### Hypopharynx und Larynx

Die klinischen Symptome von Hypopharynxkarzinomen sind lange uncharakteristisch, und die Tumoren werden deshalb häufig spät erkannt. Schluckbeschwerden, Fremdkörpergefühl sowie Otalgie auf der betroffenen Seite zählen dazu ebenso wie eine frühe Lymphknotenmetastasierung. Bei einer Lokalisation des Tumors im Sinus piriformis oder postkrikoidal kann er in der indirekten Spiegeluntersuchung durch den HNO-Arzt primär nicht sichtbar sein. Häufig wachsen diese Tumoren submukös, so daß durch die Endoskopie nur die Spitze des Eisbergs erkannt wird. Die Indikation zur CT sollte deshalb großzügig gestellt werden, da zusätzlich zur Bestimmung der Tiefeninfiltration die Lymphknoten des Halses beurteilt werden können.

Bei unklaren Befunden im Hypopharynx, beispielsweise einer diskreten Seitenasymmetrie, erweitern funktionelle Studien [3, 10], die diagnostische Treffsicherheit. Während der E-Phonation öffnen sich physiologischerweise die Sinus piriformes. Damit kann festgestellt werden, ob eine Asymmetrie durch Mukus oder Tumor bedingt ist. Bei Patienten, die nicht in der Lage sind, mehrere Sekunden anhaltend zu phonieren, kann alternativ ein Valsalva-Manöver durchgeführt werden. Die Qualität von funktionellen Studien hängt in hohem Maße von der Untersuchungszeit ab. Rotationszeiten von 0,5 s und ein hoher pitch-Faktor in der MSCT ermöglichen eine deutliche Reduktion der Bewegungsartefakte und dadurch aussagekräftigere Ergebnisse.

Besondere Bedeutung haben funktionelle Studien in der Larynxdiagnostik. Leitsymptom der glottischen Tumoren ist die länger (3–4 Wochen) andauernde Heiserkeit. Bei einer Untersuchung in Apnoe oder mit Valsalva-

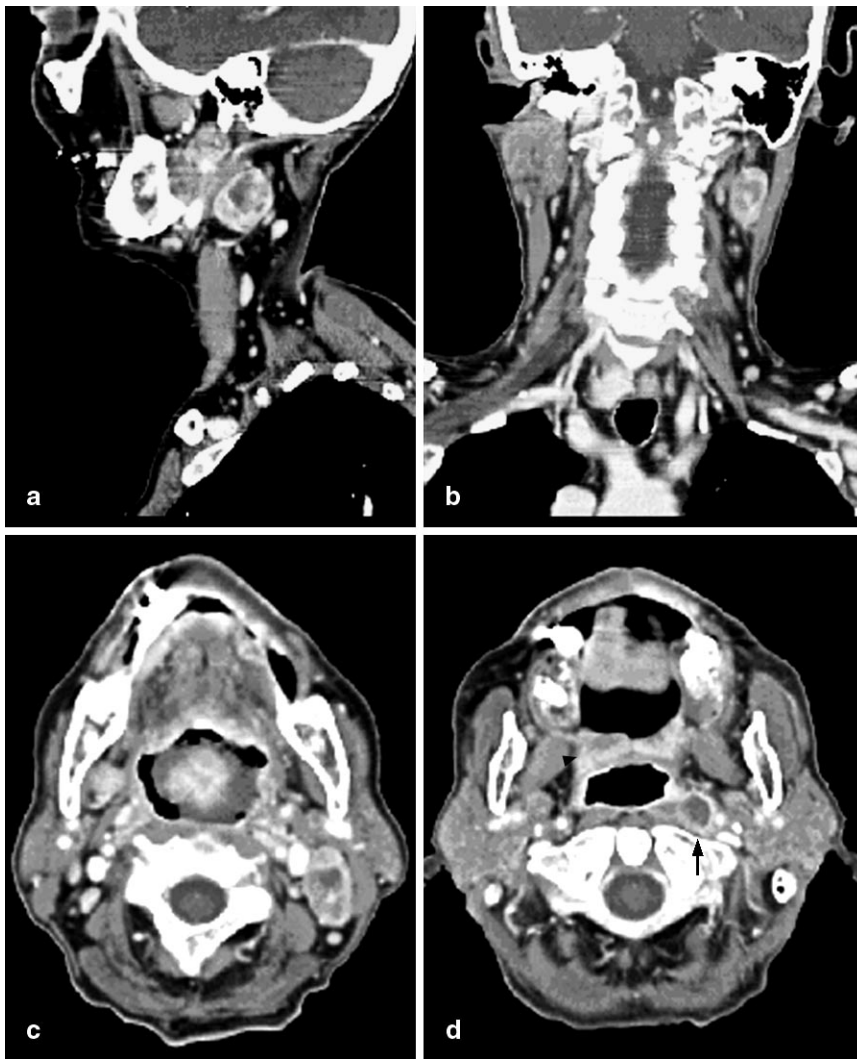


Abb. 6 ▲ Exophytisch wachsendes Oropharynxkarzinom, a sagittale MPR: Lymphknotenmetastase mit typischem Ringenhancement, b koronare MPR: Lymphknotenmetastase, zahlreiche unauffällige Lymphknoten entlang der Gefäßscheide beidseits, c exophytischer Tumor im Oropharynx, linksseitige Lymphknotenmetastase, d Tumorinfiltration des Gaumens (Pfeilspitze), parapharyngeale Lymphknotenmetastase (↑)

Manöver liegen Taschenbänder und Stimmbänder eng aneinander. Dadurch können kleine Tumoren maskiert werden. Während ruhiger Atmung befinden sich die Stimmbänder in einer Mittelstellung, so daß diese kleinen Befunde durch entsprechende Asymmetrie erkennbar werden (Abb. 4). Die funktionelle CT kann hier neben den Informationen zur Tiefenausdehnung eine phoniatische Untersuchung ergänzen.

Eine intakte paralaryngeale Fettschicht schließt eine Knorpelinfiltration mit hoher Sicherheit aus. Diese ist in koronaren Rekonstruktionen besonders gut zu beurteilen. Der Paralaryngealraum ist für die operative Planung wichtig, da bei supraventrikulärer Infil-

tration eine Hemilaryngektomie ausreichend, bei tieferer Infiltration nur die totale Laryngektomie, erfolgversprechend ist [2]. Dieser Fettraum setzt sich nach kranial unmittelbar in den präepiglottischen Raum fort. Es sind keine Faszien vorhanden, so daß organüberschreitend wachsende Larynx-tumoren direkt in den Zungengrund infiltrieren können [7]. Epiglottistumoren können sich in den präepiglottischen Raum und von dort in kranio-kaudaler oder laterodorsaler Richtung in beide paralaryngeale Räume ausbreiten [1]. Diese Tumorinfiltration ist auf sagittalen und koronaren Bildern exakt nachzuweisen, der klinischen Untersuchung jedoch nicht zugänglich, da

es sich um ein submuköses Wachstum handelt (Abb. 5). Für den Nachweis der Infiltration des präepiglottischen Raumes wird in der Literatur eine Sensitivität von 100% für CT und MRT bei einer Spezifität von 93% für die CT und 84–90% für die MRT angegeben [1, 21].

### Lymphknoten

Bildgebende Verfahren wie Sonographie, CT und MRT sind der klinischen Untersuchung beim N-Staging weit überlegen [8, 14, 16, 17]. Abhängig von der Tumorlokalisation und -ausdehnung ergeben sich unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten für eine Lymphknotenmetastasierung. Während Kehlkopfkarzinome relativ spät metastasieren, ist dies bei Tonsillen- und Hypopharynxkarzinomen früh zu beobachten. Als Zeichen für Lymphknotenmetastasen zählen in der Computertomographie ein Durchmesser über 15 mm, inhomogene Kontrastmittelaufnahme, insbesondere ein Ringenhancement, bedingt durch eine zentrale Nekrose, Obliteration einer Lymphknotenregion durch eine Masse sowie mehr als drei grenzwertig große Lymphknoten. Zusätzlich kann ein Kriterium aus der Sonographie verwendet werden, wonach Lymphknoten mit einem Quotient aus Längs- und Querdurchmesser (L/Q) < 2 metastasensuspекt sind [16, 17]. Auf koronaren und sagittalen Rekonstruktionen kann dieses Kriterium leichter überprüft werden, und die topographische Beziehung von Lymphknotenmetastasen wird übersichtlich dargestellt (Abb. 6). Dadurch wurden auf MPR's bei 7 von 80 Patienten zusätzliche vergrößerte Lymphknoten erkannt. Die Rekonstruktionen sind auch hilfreich, um eine Infiltration, Verlagerung oder Einengung der Gefäße zu zeigen.

Tabelle 2  
Vorteile der MSCT

#### Kurze Untersuchungszeit

- Weniger Bewegungsartefakte
- Funktionelle Bildgebung optimiert

#### Geringere Schichtdicke

- höhere z-Auflösung, bessere MPR's
- koronare Untersuchung verzichtbar

## Fazit für die Praxis

Die Mehrzeilen-Spiral-CT ermöglicht sehr kurze Untersuchungszeiten, wodurch Bewegungsartefakte reduziert werden. Eine enge Schichtkollimation ermöglicht eine hohe z-Auflösung, dadurch sind Partialvolumeneffekte weitgehend zu vernachlässigen (Tabelle 2). Dies verspricht eine Darstellbarkeit kleinerer Läsionen sowie die Möglichkeit, aus einem Datensatz qualitativ hochwertige Reformatierungen zu errechnen. Dadurch lassen sich Zusatzuntersuchungen vermeiden und somit Dosis und Kontrastmittel einsparen. Durch MPR's gelingt die übersichtliche Darstellung der Infiltrationstiefe von Tumoren. Dies bringt Vorteile insbesondere bei Läsionen des Zungengrundes und des Hypopharynx sowie in der Beurteilung wichtiger Ausbreitungswege (paralaryngeal und präepiglottischer Raum). Somit lassen sich Verbesserungen im T-Staging erwarten. Vereinfachte Anwendung des L/Q-Quotienten sowie die übersichtliche topographische Darstellung von Lymphknoten dienen einem genauen N-Staging. Kurze Untersuchungszeiten bei hoher räumlicher Auflösung ermöglichen funktionelle Studien des Larynx und Hypopharynx. Die MCST liefert in sehr kurzer Zeit umfassende Informationen zur Infiltrationstiefe des Primärtumors, dessen Lymphabfluß sowie funktioneller Veränderungen. Dadurch werden Zusatzuntersuchungen wie die Sonographie verzichtbar und wertvolle Informationen für das weitere Therapieregime geliefert.

## Literatur

1. Becker M (1998) **Diagnose und Stadieneinteilung von Larynxtumoren mittels CT und MRT.** Radiologe 38:93–100
2. Curtin HD (1989) **Imaging of the larynx: current concepts.** Radiology 173: 1–11
3. Gamsu G, Webb WR, Shallit JB, Moss AA (1981) **Computed tomography in carcinoma of the larynx and pyriform sinus: value of phonation scans.** AJR 136: 577–584
4. Gilani S, Norbash AM, Ringl H, Rubin GD, Napel S, Terris DJ (1997) **Virtual endoscopy of the paranasal sinuses using perspective volume rendered helical sinus computed tomography.** Laryngoscope 107: 25–29
5. Gunkel AR, Freysinger W, Martin A, Volklein C, Bale RJ, Vogele M, Thumfart WF (1997) **Three-dimensional image-guided endonasal surgery with microdebrider.** Laryngoscope 107: 834–838
6. Helmberger R, Jager L, Grevers G, Reiser M (1996) **Computertomographie von Malignomen des Cavum oris, des Oro- und Hypopharynx und deren Ausbreitungswege.** Radiologe 36: 193–198
7. Kainsberger F, Strasser G, Pokieser P, Pretterklieber M, Czreny C (1998) **Bildgebende Diagnostik des Larynx.** Radiologe 38: 71–76
8. Lenz M (1990) **Computertomographie der Halsweichteile. Lymphknoten und ihre Differentialdiagnosen. Teil II: Klinische Wertigkeit der CT beim Lymphknotenstaging.** Röntgen BI 43: 312–320
9. Lenz M, Hermans R (1996) **Imaging of the oropharynx and oral cavity. Part II: pathology.** Eur Radiol 6: 536–549
10. Lenz M, Ozdoba C, Bongers H, Skalej M (1989) **CT-Funktionsaufnahmen des Larynx und Hypopharynx.** ROFO 150: 509–515
11. Madison MT, Remley KB, Latchaw RE, Mitchell SL (1994) **Radiologic diagnosis and staging of head and neck squamous cell carcinoma.** Radiol Clin North Am 32: 163–181
12. Mafee MF, Schild JA, Valvassori GE, Capev V (1983) **Computed tomography of the larynx: correlation with anatomic and pathologic studies in cases of laryngeal carcinoma.** Radiology 147: 123–128
13. Ng SH, Chang TC, Ko SF, Yen PS, Wan YL, Tang LM, Tsai MH (1997) **Neuroradiology 39: 741–746**
14. Som PM (1987) **Lymph nodes of the neck.** Radiology 165: 593–600
15. Soujanen JN, Mukherji SK, Wippold FJ (1993) **Spiral CT of the larynx.** AJNR 15: 1579–1582
16. Steinkamp HJ, Hosten N, Langer R, Mathe F, Ehrhrt C, Felix R (1992) **Halslymphknoten nachweis.** ROFO 156: 135–141
17. Steinkamp HJ, Hosten N, Richter C, Schedel H, Felix R (1994) **Enlarged cervical lymph nodes at helical CT.** Radiology 191: 795–798
18. Sulfaro S, Barzan L, Querini F et al. (1989) **T-staging of the laryngopharyngeal carcinoma; a 7-year multidisciplinary experience.** Arch Otolaryngol Head Neck Surg 115: 613–620
19. Thabet HM, Session DG, Gado MH et al. (1996) **Comparison of clinical evaluation and computed tomographic diagnostic accuracy for tumors of the larynx and hypopharynx.** Laryngoscope 106: 589–594
20. Vogl TJ, Steger W, Grevers G et al. (1991) **MRI with GdDTPA in tumors of larynx and hypopharynx.** Eur Radiol 1: 58–64
21. Zbären P, Becker M, Lang H (1996) **Pretherapeutic staging of laryngeal carcinoma. Clinical findings, computed tomography, and magnetic resonance imaging compared with histopathology.** Cancer 77: 1236–1273