

U. Baum¹ · M. Lell¹ · A. Nömayr¹ · H. Wolf² · T. Brunner³ · H. Greess¹ · W. Bautz¹

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

² Institut für Medizinische Physik (Direktor: Prof. Dr. W. A. Kalender),
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

³ Klinik für Strahlentherapie (Direktor: Prof. Dr. R. Sauer), Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Mehrzeilen-Spiral-CT in der Diagnostik von Pankreastumoren

Zusammenfassung

Ziel unserer Untersuchungen war es, die Möglichkeiten der Mehrzeilen-Detektor-Spiral-CT und ihre Bedeutung für das Staging von Pankreastumoren zu evaluieren. Bei insgesamt 50 Patienten, bei denen der Verdacht auf ein Pankreaskarzinom bestand, wurde im Rahmen der Tumorstagings ein biphasisches hochaufgelöstes Mehrzeilen-Spiral-CT mit einer Schichtkollimation von 4×1 mm, einem Pitch von 3,5–4, 120 ml Kontrastmittel, 50 ml 0,9%NaCl-Bolus, 3,0 ml/s Fluß und einem Startdelay von durchschnittlich 40 s (Pankreasparenchymphase) und 80 s (portalvenöse Phase) durchgeführt. Die Mehrzeilen-Spiral-CT ist in der Lage die gesamte Pankreasloge und auch die angrenzenden Organe mit hoher Ortsauflösung in allen Raumebenen abzubilden. Die nahezu isotrope multiplanare Bildgebung erlaubt die vollständige Erfassung der Tumorausdehnung in allen Raumebenen und eine bessere Abgrenzung der Tumoren gegenüber dem angrenzenden Fettgewebe, den benachbarten Organen (Gefäße, Duodenum, Magen) und einen sichereren Nachweis von peripankreatischen Lymphknoten. Die Mehrzeilen-Spiral-CT und der Einsatz von interaktiven multiplanaren Rekonstruktionen verbessern nachhaltig die Bestimmung der Ausdehnung von Pankreaskarzinomen.

Schlüsselwörter

Spiral-CT · Mehrzeilen-Spiral-CT · Pankreaskarzinom · Tumorstaging · 2D-/3D-Bildgebung

Im Rahmen des Stagings von Pankreastumoren ist es die Aufgabe der Bildgebung, den Primärtumor zunächst zu lokalisieren und zu klassifizieren (Adenokarzinom, Zystadenom, Zystadenokarzinom, endokrine Pankreastumoren, z.B. Insulinome oder Gastrinome) sowie von entzündlichen Veränderungen, z.B. einer fokalen oder chronischen Pankreatitis zu differenzieren. Bei nachgewiesenem Pankreastumor ist für eine stadiengerechte Therapie (Operation, Radiochemotherapie, Chemotherapie) die exakte Ausdehnung von entscheidender Bedeutung. Das T-Stadium wird einerseits von der Größe des Tumors und andererseits von dem Nachweis einer Infiltration der benachbarten vaskulären Strukturen und Organe bestimmt [3]. (Beispiele in den Abb. 1–6).

Nur Patienten mit einer begrenzten Tumorausdehnung sind potentiell operabel. Patienten mit lokaler Inoperabilität ohne Fernmetastasierung profitieren von einer Operation nicht und werden radiochemotherapiert, während Patienten mit Fernmetastasierung palliativ chemo- oder radiochemotherapiert werden [4, 9, 10].

Die Aufgabe der Bildgebung ist es, zwischen resektablen und nicht resektablen Tumoren zu differenzieren, damit unnötige Operationen zu vermeiden und die fortgeschrittenen Tumorstadien frühzeitig einer Chemotherapie oder Radiochemotherapie zuzuführen [1]. Bei fehlender Fernmetastasierung hängt die Operabilität in erster Linie

von dem Nachweis einer Gefäßinfiltration ab. Kritische Gefäße sind vor allem die V. mesenterica superior, die V. portae, der Truncus coeliacus und seine Äste sowie die A. mesenterica superior. Ziel der Bildgebung muß es daher sein, das genaue Ausmaß der Erkrankung zu erfassen [6].

Der Computertomographie kommt bei der Diagnostik des Pankreaskarzinoms insbesondere bei der Frage der Gefäßinfiltration seit langer Zeit eine herausragende Bedeutung zu [2]. Seit der Einführung der Spiral-CT wird auf die Durchführung einer DSA zum Nachweis einer Gefäßinfiltration verzichtet. Im Gegensatz zu der Angiographie ist die Spiral-CT in der Lage nicht nur die tumorbedingte Gefäßstenose oder den Verschuß zu zeigen, sondern auch den Tumor selbst und damit seine Lagebeziehung zu den Gefäßen [5]. Auf diese Weise können auch Tumoren, die Gefäße infiltrieren bzw. ummauern, diese jedoch nicht einengen oder verschließen, erfaßt werden.

Die Mehrzeilen-Spiral-CT verspricht im Vergleich zur Einzeilen-Spiral-CT weitere Verbesserungen. Die gleichzeitige Erfassung mehrerer Schichten erlaubt bei gleichzeitig kürzerer Rotationszeit die Untersuchung

Dr. U. Baum

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Diagnostische Radiologie, Maximiliansplatz 1, D-91054 Erlangen

Multislice spiral CT for the diagnostics of pancreatic tumors

Summary

Purpose. Investigation of the capabilities of MSCT and its value for the staging of pancreatic carcinomas.

Methods. 50 Patients with suspected pancreatic carcinoma were examined with a biphasic multislice-spiral-CT protocol: slice collimation 4×1 mm, Pitch 3.5–4 mm. After administration of 120 ml contrast medium and 50 ml NaCl with a flow rate of 3.0 ml/s the examination was started with a delay of 40 s (pancreatic phase) and 80 s (portalvenous phase).

Results. Multislice spiral CT allows the examination of the whole upper abdomen with nearly isotropic data sets. This is the premise for the optimal assessment of the tumor extent in all planes, excellent demarcation of the tumor against the adjacent vessels and organs and the demarcation of small peripancreatic lymph nodes.

Conclusions. Multislice spiral CT and the use of interactive multiplanar reconstructions improve the staging of pancreatic cancer.

Key words

Computed tomography · Computed tomography, helical · Computed tomography, technology · Computed tomography, thin-section · Pancreatic neoplasms, CT

Tabelle 1
Scanparameter

	AP*	PP**	PVP***
Spirallänge [mm]:	150	150	400
Scanrichtung:	cr-ca	ca-cr	cr-ca
Scanzeit [s]:	7,5	21	20
Schichtkollimation [mm]:	4×2,5	4×1	4×2,5
Tischvorschub [mm/rot]:	10	3,5	10
Rotationszeit:	0,5	0,5	0,5

*AP: Arterielle Phase; **PP: Pankreasparenchymphase; ***PVP: portalvenöse Phase;

derselben Region mit dünneren Schichten und/oder in kürzerer Zeit. Dünnere Schichten und die daraus resultierende bessere z-Auflösung sind die ideale Voraussetzung für eine interaktive multiplanare Bildbetrachtung und 2D/3D-Rekonstruktionen.

Eine isotrope Abbildung der Oberbauchorgane während einer Atemhaltephase läßt folgende Verbesserungen beim Staging von Pankreastumoren erwarten:

1. bessere Abgrenzung gegenüber den benachbarten Gefäßen, v.a. dann, wenn diese in der Scanebene verlaufen;
2. bessere Abgrenzung gegenüber den benachbarten Darmabschnitten und parenchymatösen Oberbauchorganen;
3. bessere Erkennbarkeit von peripankreatischen Lymphknoten.

Kürzere Scanzeiten erlauben eine optimale Kontrastmittelausnutzung bei Ge-



Abb. 1a–d ▲ Patientin mit schmerzlosem Ikterus seit 10 Tagen. Sonographisch leichte Cholestase und Cholezystolithiasis. In der MSCT Nachweis eines kleinen Pankreaskopfkarzinoms (Pfeil), das den Ductus choledochus (DHC) ummauert und diesen hochgradig einengt. Die Wand des DHC nimmt deutlich Kontrastmittel auf und demarkiert sich gegen den umgebenden Tumor (Pfeilspitze). Die Ausdehnung der DHC-Stenose mit prästenotischer Dilatation wird in den koronalen (c) und sagittalen (d) MPR sehr viel anschaulicher als in den axialen (a, b) Schichten. Nebenfundlich Cholezystolithiasis

fäßdarstellungen und die Untersuchung dyspnoeischer Patienten.

Ziel unserer Untersuchungen war es, die Möglichkeiten der Mehrzeilen-Spiral-CT und ihre Bedeutung für das Staging von Pankreastumoren zu evaluieren.

Untersuchungstechnik

Scanparameter

Die Auslösung in Scanrichtung wird im wesentlichen durch die Fähigkeit des Patienten den Atem anzuhalten (15–35 s) bestimmt. Moderne Einzelzeilen-Spiral-CT erlauben bei einem Pitch von ca. 1,5 und einer Atemanhaltephase von 25–40 s für Untersuchungen des gesamten Abdomens in der Regel Schichtkollimationen von 5 bis 8 mm. Dementsprechend liegt die effektive Schichtdicke zwischen 6 und 10 mm. Bei der Untersuchung kleinerer Volumina z.B. des Pankreas oder der Nieren kann die Schichtkollimation auf 3 mm gesenkt werden und damit die Auflösung gesteigert werden. Bei einem Pitch von 1,7 und einer Rotationszeit von 0,75 s (1 s) läßt sich eine Untersuchungsstrecke von ca. 150 mm während einer Atemanhaltephase von 23 s (30 s) untersuchen.

Dagegen erlaubt die Mehrzeilen-Spiral-CT die nahezu isotrope Erfassung auch größerer Körperregionen mit dünnen Schichten. Dadurch lassen sich Teilvolumeneffekte erheblich reduzieren. Während eines 19 s dauernden Scans läßt sich eine Untersuchungsstrecke von 150 mm mit einer rekonstruierbaren Schichtdicke von 1,25 mm abdecken. Derartige Datensätze bieten günstige Voraussetzungen für die 2D-/3D-Bildgebung.

Tabelle 2

Kontrastmittelprotokoll

Volumen [ml]	-KM:	120
	-NaCl:	50
Konzentration	[mg J/ml]:	300–370
Flußrate	[ml/s]:	3,0
Startverzögerung [s]:		TB*

*TB: Bestimmung der Kreislaufzeit mittels Testbolus (bei endokrinen Tumoren Untersuchung in der arteriellen Phase und bei Karzinomen in der Pankreasparenchymphase)



Abb. 2 ▲ Zystadenokarzinom des Pankreaskopfes mit zystischen und soliden Anteilen in unmittelbarer Nachbarschaft zu der V. mes. sup. (Pfeil). Die koronalen MPR zeigen eine zarte Fettschicht zwischen dem Tumor und den Gefäßen (Pfeilspitze), so daß eine Infiltration ausgeschlossen werden konnte. Obwohl die untere und obere Pfortaderbegrenzung annähernd in der Scanebene liegen, kommen sie ohne Stufenartefakte zur Darstellung. Gute Abbildung der Dünndarmfalten nicht nur in der axialen, sondern auch in der koronalen Ebene (Stern)

Alternativ kann das gleiche Volumen mit einer minimalen rekonstruierbaren Schichtdicke von 3 mm in nur 8 s untersucht werden. Typische Scanparameter für die Diagnostik von Pankreastumoren sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Intravenöse Kontrastierung

Kürzere Scanzeiten erlauben die Untersuchung des Pankreas in definierten Kontrastmittelphasen. Vorteile sind daher insbesondere bei endokrinen Pankreastumoren zu erwarten, da diese meist hypervaskularisiert sind und sich in der arteriellen Phase am stärksten von dem umgebenden Pankreasgewebe demarkieren.

Der intravenöse Kontrast hängt vom Jodgehalt des Kontrastmittels, dem Kontrastmittelfluß und der Startverzögerung ab. Der interstitielle Kontrast wird in erster Linie von der gesamten applizierten Jodmenge bestimmt. Da es bei abdominalen Unter-

suchungen neben dem Gefäßkontrast v.a. auf die Parenchymkontrastierung ankommt, die von der applizierten Jodmenge abhängt, erlaubt der Einsatz der Mehrzeilen-Spiral-CT im abdominalen Bereich keine nennenswerte Kontrastmittelreduktion. Kürzere Scanzeiten, ein höherer Kontrastmittelfluß und der Einsatz höher konzentrierter Kontrastmittel erbringen jedoch einen besseren Gefäßkontrast in der arteriellen und spärarteriellen Phase und damit eine bessere Detektion hypervaskularisierter Läsionen. Typische Kontrastmittelparameter sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Orale Kontrastierung

Neben einer guten intravenösen Kontrastierung ist eine ausreichende orale Kontrastierung des Gastrointestinaltraktes eine wesentliche Voraussetzung für eine aussagefähige Pankreasdiagnostik. Negative orale Kontrastmittel (Wasser, Tee, Paraffin) erlauben eine

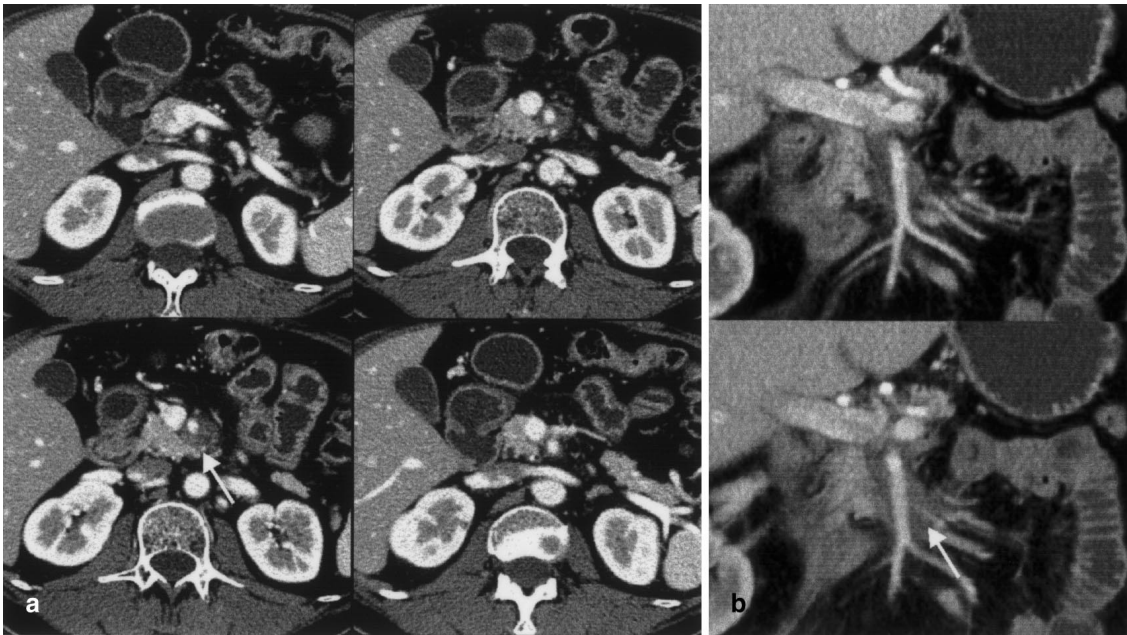


Abb. 3 a, b ▲ Vom Processus uncinatus ausgehendes Pankreaskarzinom. Inoperabilität aufgrund des ausgedehnten Tumorencasements der A. mesenterica sup., dessen kraniokaudale Ausdehnung in den MPR (b) sehr viel anschaulicher zur Darstellung kommt als in den axialen Schichten alleine (a)

gute Abgrenzbarkeit der Magen- und Darmwand gegenüber dem Lumen (so genannte Hydro-CT) [8].

Diese Technik wird bei der Spiral-CT des Pankreas bevorzugt, um eine mögliche Infiltration der Duodenalwand bei T₃-Stadien und der Magenwand bei T₄-Stadien sicherer zu erfassen. Der große Vorteil von Wasser ist, daß selbst größere Mengen Wasser von den Patienten in relativ kurzer Zeit getrunken werden und auf diese Weise ein nahezu vollständige Füllung des Magen und des Duodenum erreicht werden kann. Für diese Verabreichung der übrigen o.g. Substanzen ist in der Regel eine Duodenalsonde erforderlich, da die Patienten diese Substanzen nicht in ausreichendem Maße trinken können. Nachteil von Wasser ist die rasche Resorption im Jejunum und Ileum, so daß diese Darmabschnitte in der Regel nur unzureichend kontrastiert zur Darstellung kommen.

Mit positiven jodhaltigen oder bariumhaltigen Kontrastmitteln läßt sich in der Regel eine gute Kontrastierung des gesamten Gastrointestinaltraktes erzielen, die Abgrenzung der Magen- und Darmwand ist dagegen meist nicht möglich.

Aus diesem Grund haben wir uns bei der Untersuchung von Pankreaskar-

zinomen und Tumoren des oberen Gastrointestinaltraktes zu einer zeitigen oralen Kontrastmittelgabe entschlossen, um einerseits eine gute Kontrastierung des Dünn- und Dickdarmes mit positivem Kontrastmittel zu erzielen (z.A. einer Peritonealkarzinose) und andererseits eine optimale Abgrenzung der Magen- und Duodenalwand mit negativem oralem Kontrastmittel zu erhalten.

Jeder Patient mit Verdacht auf ein Pankreaskarzinom erhält ca. 1 bis 1,5 Stunden vor der eigentlichen Untersuchung 800–1200 ml verdünntes (1 g Jod/100 ml Wasser) ionisches jodhaltiges Kontrastmittel, um den Dünn- und Dickdarm ausreichend zu kontrastieren. Nach einer Pause von ca. 30 min erhält er 800–1000 ml Wasser, die er in möglichst kurzer Zeit trinken soll. Unmittelbar danach legt sich der Patient für 5 min auf die rechte Seite. Anschließend werden zur Spasmyolyse des Darmes bei fehlenden Kontraindikationen 40 mg Butylscopolamin oder 1 mg Glucagon intravenös injiziert, der Patient auf dem Rücken gelagert und sofort mit der Untersuchung begonnen. Diese Vorgehensweise erlaubt eine sehr gute Beurteilbarkeit der Magen- und Duodenalwand und eine sichere Abgrenzung

des Dünndarms gegenüber dem mesenterialen Fettgewebe.

Bei der Frage nach endokrinen Pankreastumoren oder einer CT-Angiographie der Oberbaucharterien wird dagegen zur Vermeidung von Überlagerungen auf die Gabe eines positiven oralen Kontrastmittels verzichtet [11]. Die Patienten erhalten in diesen Fällen unmittelbar vor der Untersuchung 1200–1600 ml Wasser.

Bildrekonstruktion und Befundung

Die Datensätze der arteriellen Phase bzw. Pankreasparenchymphase werden zur Vermeidung von Teilvolumeneffekten mit der jeweils kleinsten zur Verfügung stehenden Schichtdicke (1,25 mm bei einer Schichtkollimation von 4×1 mm bzw. 3 mm bei einer Schichtkollimation von 4×2,5 mm) rekonstruiert. Das Rekonstruktionsinkrement sollte 1 mm bzw. 2 mm betragen. Für den Nachweis von Leberherden in der portalvenösen Phase reicht in der Regel eine Rekonstruktion mit einer Schichtdicke von 5 mm und einem Rekonstruktionsinkrement von 2,5 bis 5 mm aus. Nur in unklaren Fällen erfolgt die zusätzliche Rekonstruktion von dünneren (3 mm) Schichten.

Die Befundung derart umfangreicher Datensätze (je ca. 150 Bilder in den beiden Kontrastmittelphasen) sollte interaktiv an einer Auswertekonzole in der axialen und koronalen Schichtebe-

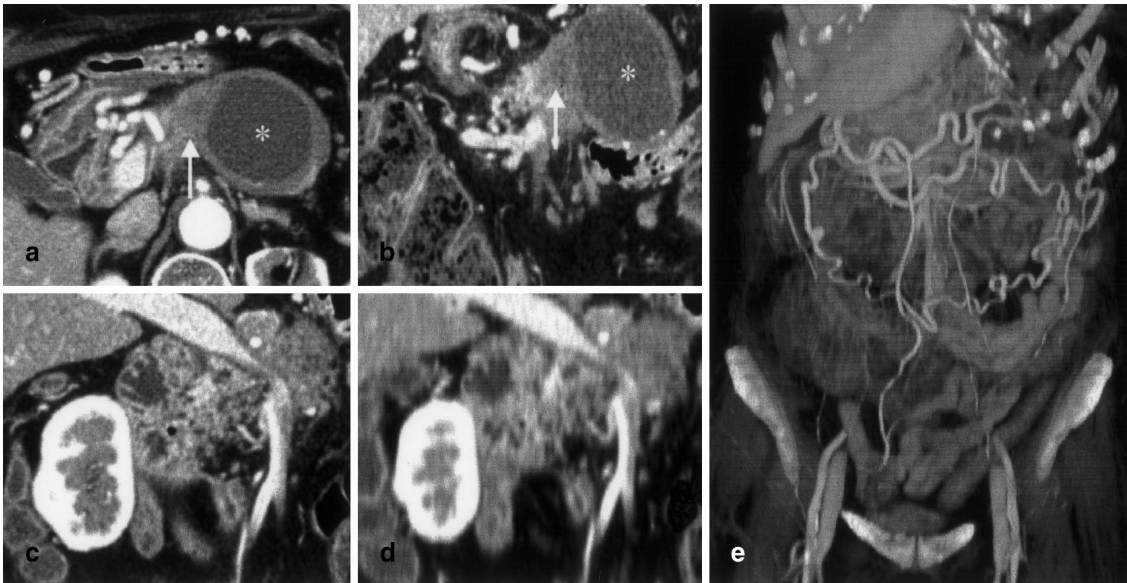


Abb. 4 a–e ▲ a und b zeigen unmittelbar neben einer großen randständig z.T. verkalkten Pseudozyste im Pankreasschwanz (Stern) einen kleinen Tumor am Übergang Pankreasschwanz zu Pankreas-korpus (Pfeil). Die multiplanaren Rekonstruktionen zeigen neben dem Tumor und der Pseudozyste auch die benachbarten Gefäße. Die MPR aus 1.25 mm dicken Schichten (c) zeigen im direkten Vergleich zu den MPR aus den 3 mm dicken Schichten (d) eine scharfe Begrenzung der Gefäße und der Duodenalfalten. Das Volume Rendering Bild zeigt als Folge der hochgradigen Pfortaderthrombose eine ausgedehnte Kollateralisierung (e)

ne und in unklaren Fällen eventuell in zusätzlichen Ebenen erfolgen.

Für eine Befunddokumentation auf Film kann gegebenenfalls eine zusätzliche lückenlose Rekonstruktion mit einer Schichtdicke von 3 mm oder 4 mm sinnvoll sein.

Klinische Ergebnisse und Diskussion

Probleme bei der Diagnostik des Pankreaskarzinoms mit der SCT treten einerseits bei dem Nachweis sehr kleiner (meist asymptomatischer) Tumoren und andererseits bei der Abgrenzung der Tumoren gegenüber den benachbarten Gefäßen und Organen, insbesondere in den Fällen, in denen die Grenzfläche nicht senkrecht zur Schichtebene verläuft, auf [7]. Voraussetzung für die genaue Beurteilung dieser Grenzflächen in multiplanaren Rekonstruktionen ist die isotrope Abbildung des Oberbauches während einer Atemanhaltephase. Trotz aller geräte-technischen Verbesserungen (höhere Röhrenleistungen, kürzere Rotationszeiten, bessere Rekonstruktionsalgorithmen) und Optimierungen der Kontrastmittelinjektion können mit der Einzeilen-Spiral-CT während einer

Atemanhalte- und Kontrastmittelpase weiterhin keine isotropen Datensätze einer größeren Körperregion (z.B. der gesamten Pankreasloge) erzielt werden. Gefäße, die senkrecht durch die Scanebene verlaufen (z.B. A. und V. mesenterica superior), können mit den mit dem Einzeilen-Spiral-CT erreichbaren Schichtdicken (größer 3,5 mm) meist sehr gut beurteilt werden. Dagegen ist die Beurteilung der Infiltration von Gefäßen, die schräg durch die Scanebene verlaufen (z.B. V. portae, A. hepatica) oder in der Scanebene liegen (A. et V. lienalis, Truncus coeliacus) in vielen Fällen aufgrund von Teilvolumeneffekten auch mit Sekundärrekonstruktionen nur bedingt möglich. Aufgrund der resultierenden Unschärfe der vaskulären Strukturen werden in einigen Fällen falsch positiv oder negative Befunde erhoben, die intraoperativ nicht bestätigt werden können.

Lymphknoten, die unmittelbar kranial oder kaudal des Pankreas liegen, können oft nicht gegen Pankreasgewebe abgegrenzt werden, insbesondere wenn eine deutliche Lobulierung des Pankreas vorliegt. Bei den in vielen Fällen kachektischen Patienten ist oft nur wenig Fettgewebe zwischen Magen und Pankreas nachweisbar, die

Abgrenzung des Pankreas gegenüber dem Magen in der axialen Schicht daher häufig nicht möglich und die Qualität der Sekundärrekonstruktionen für eine sichere Beurteilung nicht ausreichend gut.

Im Vergleich zur Einzeilen-Spiral-CT bietet die Mehrzeilen-Detektor-Technologie zwei wesentliche Vorteile. Einerseits können mit der Mehrzeilen-Detektor-Technologie im Gegensatz zur Einzeilen-Spiral-CT auch größere Untersuchungsstrecken (im Abdomen ca. 200 mm) mit dünner Schichtung und damit hoher Ortsauflösung in z-Richtung untersucht werden, andererseits kann bei vergleichbarer Ortsauflösung in z-Richtung die Untersuchungszeit drastisch reduziert werden.

Eine Untersuchungsstrecke von 150 mm kann während einer Atemanhaltephase von 23 s mit dem Somatom Plus 4 (Siemens, Erlangen) mit einer effektiven Schichtdicke von 3,6 mm untersucht werden. Das Somatom Plus 4 VZ (Siemens, Erlangen) läßt bei gleichem Untersuchungsvolumen und Untersuchungszeit eine Schichtkollimation von 1,0 und eine minimalrekonstruierbare Schichtdicke von 1,25 mm zu oder erlaubt bei vergleichbarer Ortsauflösung in Untersuchungsrichtung (Schichtkollimation 4×2,5 mm; rekonstruierte Schichtdicke 3 mm) eine deutlich kürzere Untersuchungszeit von nur 6–8 s.

Für die Untersuchung des Pankreaskarzinoms ziehen wir das Protokoll mit der höheren Ortsauflösung vor, um



Abb. 5 a, b ▲ Fortgeschrittenes Pankreaskarzinom mit Lymphknoten und Lebermetastasen. Die A. et V. mesenterica sup. werden nahezu vollständig verschlossen. Auch in diesem Beispiel wird das gesamte Tumorausmaß in den ergänzenden MPR (b) sehr viel deutlicher als in den primären axialen Schichten allene (a)

die Raumforderung sicher gegenüber den angrenzenden Gefäßen und Organen abgrenzen zu können. Die hochaufgelöste Mehrzeilen-Spiral-CT erlaubt bei guter negativer oraler Kontrastie-

rung und Spasmolyse eine gute Abbildung der Dünndarmfalten, nicht nur in den axialen Schichten sondern auch in beliebigen multiplanaren Rekonstruktionen. Der Nachweis bzw. Ausschluß ei-

ner Infiltration des Duodenum oder des Magens wird dadurch erleichtert.

Endokrine Pankreastumoren, die oft nur in der frühen arteriellen Phase detektierbar sind, werden dagegen mit dem zeitoptimierten Protokoll untersucht, da sie oft nur in einem kurzen zeitlichen Fenster gegenüber dem umgebenden Pankreasgewebe abgegrenzt werden können.

Unsere Erfahrungen zeigen, daß die Mehrzeilen-Detektor-Spiral-CT durch die Erfassung dünnerer Schichten und damit verbundener hoher Ortsauflösung in allen Raumebenen eine bessere Beurteilung der Umgebungsinfiltration (Gefäße, Magen, Duodenum, Leber) erlaubt und daneben auch peripankreatische Lymphknoten sicherer erfaßt werden. Wesentlicher Vorteil der dünneren Schichten sind die hohe Ortsauflösung, die zu einer Minimierung der Partialvolumeneffekte führt und optimale multiplanare Rekonstruktionen erlaubt.

Insbesondere die Abgrenzung des Tumors gegenüber in oder leicht schräg zur Scanebene verlaufenden Gefäßen (A. hepatica, Truncus coeliacus, V. portae, V. lienalis) gelingt in koronalen und sagittalen Ebenen besser als in der axialen Schichtebene. Aber auch die Beurteilung senkrecht zur Scanebene verlaufender Gefäße (A. und V. mes. sup.) wird durch zusätzliche MPR erleichtert.

Eine Infiltration des Magentrums und des Pylorus sowie des Bulbus duodeni und der Pars horizontalis des Duodenum sind in der axialen Schichtebene oft nur bei ausgedehnten Tumoren erkennbar. Hochaufgelöste MPR aus MSCT-Datensätzen erlauben dagegen bei ausreichender Magenfüllung eine sichere Abgrenzung der Magenwand vom darunterliegenden Pankreas.

Kleine, unmittelbar oberhalb oder unterhalb des Pankreaskopfes oder -korpus gelegene Lymphknoten werden in der axialen Ebene oft für Pankreasanschnitte gehalten. Interaktive multiplanare Rekonstruktionen erlauben die sichere Abgrenzung kleiner Lymphknoten von Gefäß- oder Pankreasanschnitten.

Neben den standardmäßig durchgeführten interaktiven MPR sind die MSCT-Datensätze auch die ideale Voraussetzung für eine weitergehende

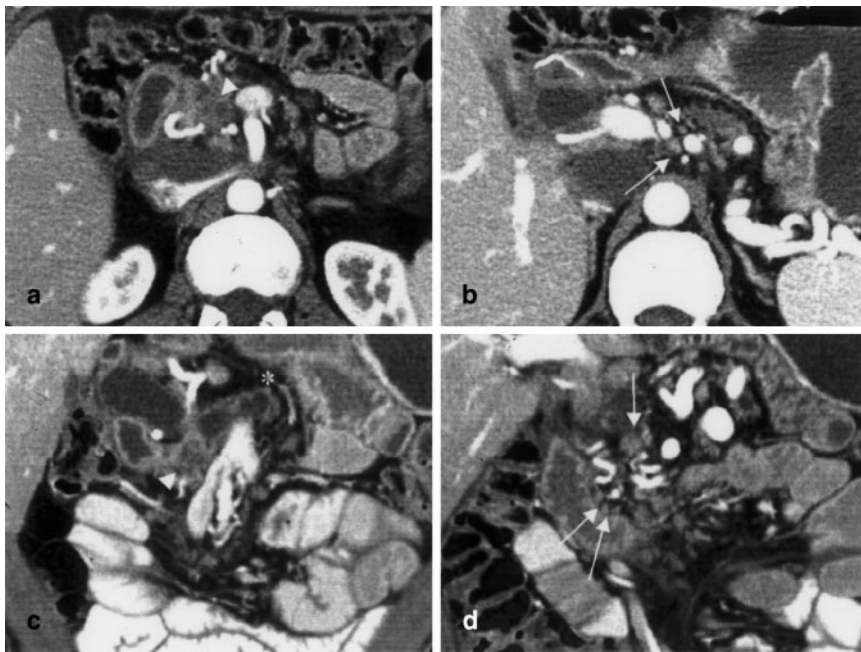


Abb. 6 a–d ▲ T2-Pankreaskopfkarzinom (Pfeilspitze) ohne Nachweis einer Infiltration der V. mesenterica sup., jedoch zahlreichen kleinsten peripankreatischen Lymphknoten (Pfeil), die in den MPR (c, d) sehr viel anschaulicher zur Darstellung kommen als in den axialen Schichten (a, b). Aufstau des Ductus pancreaticus und choledochus (Stern)

2D-/3D-Bildnachverarbeitung mit Maximum Intensity Projection und Volume Rendering.

Schlussfolgerung

Nach 50 Untersuchungen von Patienten mit Verdacht auf ein Pankreaskarzinom mit dem Mehrzeilen-Spiral-CT können wir feststellen, daß der wesentliche Vorteil der isotropen Bildgebung von Pankreastumoren in erster Linie in der Möglichkeit zu optimalen multiplanaren Rekonstruktionen zu sehen ist. Im Vergleich zu den axialen Schichten erlauben sie in vielen Fällen eine bessere Abgrenzung der benachbarten Gefäße, Lymphknoten und Organe (Magen,

Duodenum) und ermöglichen auf diese Weise ein exakteres TNM-Staging von Pankreaskarzinomen.

Nachteil der höchst aufgelösten Mehrzeilen-Spiral-CT des Pankreas und des Abdomens ist vor allem die „Datenflut“. Dünnere Schichten führen neben einer verbesserten Ortsauflösung leider auch zu einer großen Anzahl von Schichtbildern. Der Bildkonstruktion, der Datenspeicherung und der Datenübermittlung kommen daher in der Computertomographie eine immer größere Bedeutung zu. Interaktive multiplanare Rekonstruktionen sind aus unserer Sicht nicht nur für die Befundung, sondern auch für die Befundpräsentation von herausragender Bedeutung.

Literatur

1. Blümke DA, Cameron JL, Hruban RH, Pitt HA, Siegelman SS, Soyer P, Fishman EK (1995) **Potentially resectable pancreatic adenocarcinoma: spiral CT assessment with surgical and pathologic correlation.** Radiology 197:381–385
2. Freeny PC, Marks WM, Ryan JA, Traverso LW (1988) **Pancreatic ductal adenocarcinoma: diagnosis and staging with dynamic CT.** Radiology 166:125–133
3. Hermanek P, Hutter V, Sobin LH, Wagner G, Wittekind Ch (1997) **TNM atlas: illustrated guide to the TNM/pTNM classification of malignant tumours/UICC, International Union against Cancer.** Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 144–152
4. Hoffman JP, Lipsitz S, Pisansky T, Weese JL, Solin L, Benson AB (1998) **Phase II Trial of preoperative radiation therapy and chemotherapy for patients with localized resectable adenocarcinoma of the pancreas: an eastern cooperative oncology group study.** J Clin Oncol 16:317–323
5. Lu DSK, Reber HA, Krasny RM, Kadell BM, Sayre J (1997) **Local staging of pancreatic cancer: criteria for unresectability of major vessels as revealed by pancreatic-phase, thin-section helical CT.** AJR 168:1439–1443
6. Megibow AJ (1992) **Pancreatic adenocarcinoma: designing the examination to evaluate the clinical questions.** Radiology 183:297–303
7. Raptopoulos V, Steer ML, Sheiman RG, Vrachliotis TG, Gougatas CA, Movson JS (1997) **The use of helical CT and CT angiography to predict vascular involvement from pancreatic cancer: correlation with findings at surgery.** AJR 168:971–977
8. Richter GM, Simon C, Hoffmann V, DeBernardinis M, Seelos R, Senninger N, Kauffmann GW (1996) **Hydrospiral-CT des Pankreas in Dünnschichttechnik.** Radiologe 36:397–405
9. Rumstadt B, Trede M (1996) **Chirurgische Therapie der Pankreaserkrankungen.** Radiologe 36:375–380
10. Russel RCG (1995) **Controversial issues in the management of pancreatic cancer.** Ann R Coll Surg Engl 77:174–180
11. Zeman RK, Cooper C, Zeiberg AS, Kladakis A, Silverman PM, Marshall JL, Evans SR, Stahl T, Buras R, Nauta RJ, Sitzmann JV, Al Kawas F (1997) **TNM staging of pancreatic carcinoma using helical CT.** AJR 169:459–464