

# Transarterielle Chemo- perfusion und -embolisation thorakaler Neoplasmen mittels C-Arm-CT

Der Fortschritt angiographischer Interventionen mit zielgerichteten intravaskulären Therapieverfahren wie z. B. Katheterembolisationen erhöht den Bedarf einer präzisen dreidimensionalen Onlinevisualisierung von Gefäßen und angrenzenden Parenchymstrukturen [16]. Die seit den 90er Jahren weiter entwickelte Flachdetektortechnologie kann für die computertomographische Darstellung mittels eines C-Arm-Systems genutzt werden. Dabei werden die Bilddaten während der Rotation von 180° und mehr akquiriert [11]. Die C-Arm-CT basiert ursprünglich auf einem Bildverstärker in Kombination mit Robotertechnik, der auf einem C-Arm-System montiert ist. Die bei diesen Systemen begrenzte räumliche und zeitliche Auflösung wurde mit der Einführung von Flachdetektoren entscheidend verbessert [2, 15]. Im Vergleich zur Angiographie erlaubt die C-Arm-CT bei Darstellung des Hals- und Schulterbereichs eine Verringerung der Strahlenexposition und des erforderlichen Kontrastmittelvolumens [6]. Je nach Untersuchungsprotokoll sind mit der C-Arm-CT Rotationen bis zu 220° in bis zu 16 s möglich, bei denen mehr als 2-mal 273 Bilder akquiriert werden, die zur Rekonstruktion dreidimensionaler Darstellungen verwendet werden [1].

In dieser Untersuchung sollte der Wert der periinterventionellen C-Arm-CT für das Monitoring der transarteriellen Chemoperfusion (TACP) und transpulmonalen Chemoembolisation (TPCE) maligner thorakaler Tumoren analysiert werden.

## Material und Methodik

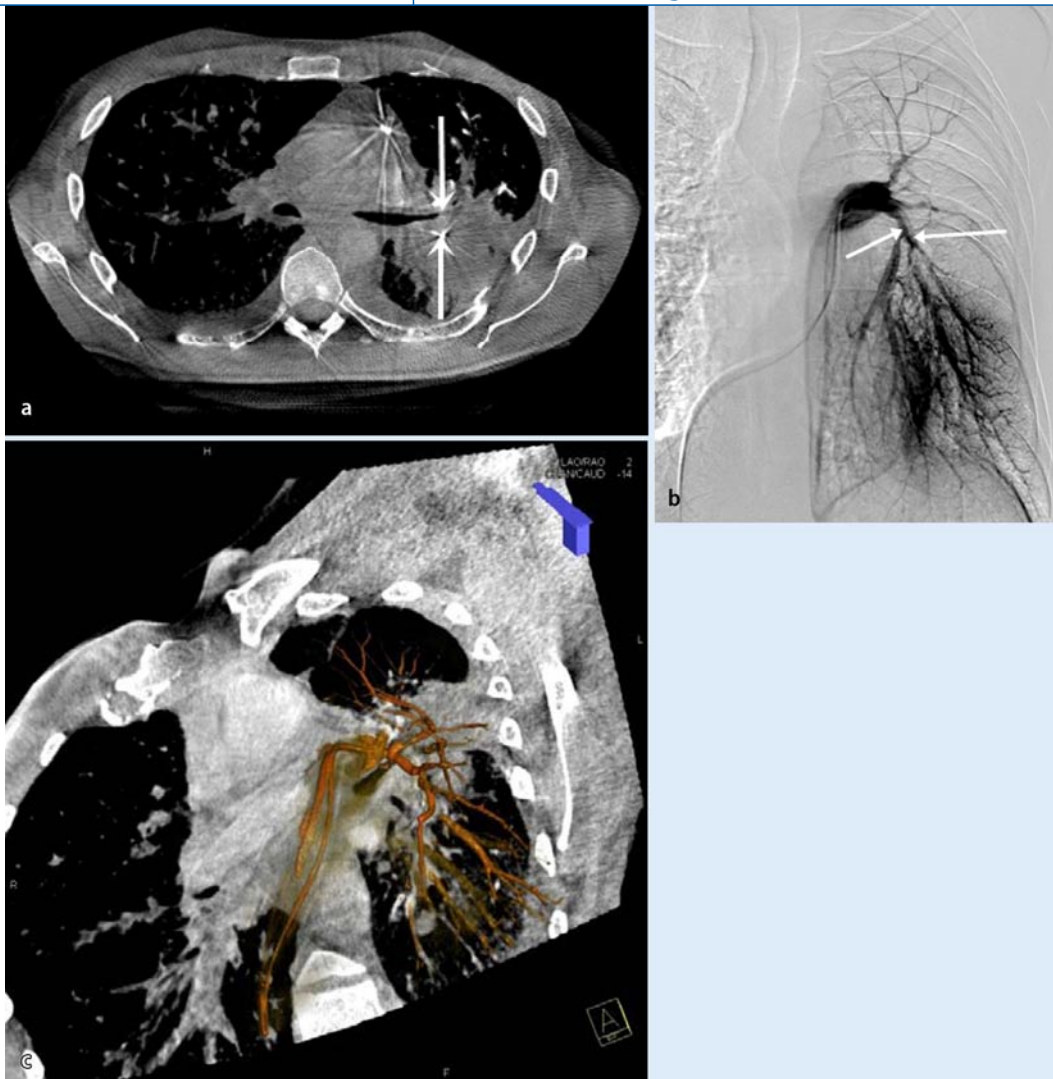
Im Zeitraum September 2008 bis März 2009 wurden prospektiv 31 Patienten (20 Männer, 11 Frauen; Durchschnittsalter 61,7 Jahre, Bereich 22–84 Jahre) mit inoperablen und/oder nicht auf systemische Therapiekonzepte ansprechenden Lungenmalignomen und/oder pulmonalen Metastasen oder einem malignem Pleuramesotheliom behandelt. Ausschlusskriterien im Studienprotokoll waren ein schlechter Allgemeinzustand der Patienten, Blutgerinnungsstörungen und schwere Einschränkungen der Herz- und Lungenfunktion. In 15 Fällen (m:w 8:7; Durchschnittsalter 56,8 Jahre; Bereich 22–80 Jahre) mit nichtkleinzelligem Bronchialkarzinom (NSCLC, n=8) oder pulmonalen Metastasen (n=7) erfolgte eine transpulmonale Chemoembolisation (TPCE) und in 16 Fällen (m:w=13:3; Durchschnittsalter 56,8 Jahre; Bereich 50–84 Jahre) mit Pleuramesotheliom eine transarterielle Chemoperfusion (TACP). Alle Behandlungen wurden am Siemens Artis-Zeego-C-Arm-CT (Siemens, Erlangen) durchgeführt. Für die TPCE erfolgte eine Evaluation der C-Arm-CT über einen in der pulmonalen Arterie positionierten Headhunterkatheter mit einem Flow von 3 ml/s (■ **Abb. 1**). Für die TACP wurde die Evaluation der C-Arm-CT über einen in der thorakalen Aorta positionierten Pigtailkatheter (Pigtail; Terumo, Frankfurt/Main, Germany; ■ **Abb. 2**) vorgenommen. Danach folgte eine verglei-

chende Auswertung der C-Arm-CT, der intraarteriellen digitalen Subtraktionsangiographie (DSA) sowie der postinterventionellen Bildgebung mittels nativer Multidetektor-CT (MDCT).

Das in dieser Untersuchung verwendete C-Arm-CT besteht aus einem modifizierten C-Arm mit einem 30×40 cm messenden Flachdetektor und zusätzlicher Orbitalrotation. Der Motor ist an der Oberseite der Hauptsäule angebracht und bewegt den Roboterarm mit dem C-Arm in gleichmäßiger Geschwindigkeit bei Bögen von 220°. Das C-Arm-System, mit dem alle angiographischen Untersuchungen durchgeführt wurden, bietet mit seinen 7 Achsen uneingeschränkte Freiheit bei der Positionierung des C-Arms, was die Flexibilität und die Möglichkeiten der bildgebenden Darstellungen enorm erweitert. Durch eine doppelte Rotation um den Patienten wird die bildgebende Abdeckung aller Organe erreicht. Die Anzahl der Pixel in der für diese Patienten verwendeten C-Arm-Serie beträgt 616×480 und die Rekonstruktion generiert ein Volumen von 512×512×348 (Drehwinkel 180°, 70 kV, 1 mAs, Schichtdicke 0,7 mm [isotrop]).

## Transarterielle Chemoperfusion (TACP)

Durch DSA-Untersuchungen der A. thoracalis werden die Abgänge der Aa. bronchiales als vaskuläres Territorium über dem liegenden Katheter identifiziert. Unmittelbar im Anschluss daran folgt die



**Abb. 1** ◀ **a** Pulmonale Metastasierung bei einem 47-jährigen Patienten mit kolorektalem Karzinom. C-Arm-CT zur Interventionskontrolle während der TPCE, axiale Rekonstruktion. Lagebeziehung der Tumorfiltration zu dem in der A. pulmonalis positionierten Katheter (Pfeile). Randständige Hyperperfusion. **b** DSA der A. pulmonalis, Nachweis tumorbedingter Stenosen der Unterlappenarterien (Pfeile). **c** C-Arm-CT, Verifikation der Lagebeziehung der Raumforderungen zu den Mittellappenbronchien, frontale Rekonstruktion

C-Arm-CT mit Kontrastmittelapplikation über den in der Aorta positionierten Pigtailkatheter im Verhältnis 1:2 mit 0,9% NaCl, einer Verzögerung von 2 s und einer Flussrate von 12 ml/s. Die Datenakquisition erfolgt zur Onlinevisualisierung der Gefäße, der angrenzenden Parenchymstrukturen und des Ausmaßes der Tumervaskularisation, anschließend wird die transarterielle Chemotherapie in Form einer Chemoperfusion appliziert. Als Chemotherapeutikum wird ein Maximum von 8 mg Mitomycin C/m<sup>2</sup> Körperoberfläche (KOF; Medac, Hamburg, Germany) mit 1000 mg Gemcitabine/m<sup>2</sup> KOF (Gemzar, Eli Lilly & Company, Indianapolis) und 50 mg Cisplatin/m<sup>2</sup> KOF injiziert. Bei allen Patienten, bei denen eine TACP durchgeführt wurde, wird das Tumolvolumen der malignen Pleuramesotheliome errechnet.

### Transpulmonale Chemoembolization (TPCE)

Über einen transfemorale venösen Zugang in der Leiste wird ein Headhunterkatheter (5 F) in die Pulmonalarterie platziert. Nach der angiographischen Darstellung des pulmonalarteriellen Gefäßsystems wird der Katheter abhängig von der Lage der Läsion entsprechend positioniert. Anschließend erfolgt eine C-Arm-CT-Angiographie nach Kontrastmittelapplikation mit einer Verzögerung von 2 s und einer Flussrate von 3 ml/s. Anhand der C-Arm-CT kann eine geeignete Position des Katheters identifiziert werden, von der aus die selektive Chemotherapie und Embolisation vorgenommen werden können. Die TPCE erfolgt unter gepulster Durchleuchtung mit Einsatz der vorher beschriebenen Zytostatika, 3–5 ml Lipiodol (Guebert, Sulzbach, Germany) und 3 ml

Embocept (Embocept, Pharmacia & Upjohn, Erlangen, Germany). Bei der TPCE ist aufgrund der Morphologie des Gefäßbetts eine Embolisation möglich und angeden. Quantitativ werden die thorakalen Raumforderungen mittels der Ellipsoidformel errechnet (Volumen = Länge × Breite × Höhe × 0,523).

### Ergebnisse

#### TPCE bei primären Läsionen oder Metastasen der Lunge

Fünfzehn Patienten (8 Frauen/7 Männer; Durchschnittsalter 56,8 Jahre, Bereich 22–80 Jahre) wurden prospektiv mittels TPCE unter Einsatz der Online-C-Arm-CT therapiert. Alle Patienten tolerierten die Behandlung gut, es traten keine größeren Komplikationen oder TPCE-assoziierten Todesfälle auf. Zwei Patienten zeigten ge-

ringere Nebenwirkungen wie Husten und Erbrechen. Eine signifikante intratumorale Lipidoleinlagerung wurde bei 9 Patienten visualisiert. Die C-Arm-CT verifizierte die Areale mit Perfusion und Hyperperfusion. Quantitativ wurde in der präinterventionellen Diagnostik ein durchschnittliches Tumolvolumen von 27,4 ml erfasst. Insgesamt wurden 20 Läsionen erfasst und beurteilt. Nach Kontrastmittelgabe fand sich ein durchschnittliches Tumolvolumen von 34,9 ml (Bereich 0,3–98,2 ml, SD 35,1). Das Tumolvolumen mit Lipidol betrug durchschnittlich 32,4 ml (Bereich 0,3–88,2 ml, SD 30,5). Bei 7 Patienten mit NSCLC betrug das durchschnittliche Tumolvolumen 35,6 ml, bei 8 Patienten mit 12 fokalen Läsionen wurde ein durchschnittliches Tumolvolumen von 23,1 ml (Bereich 0,3–151,6 ml, SD 36,9) erfasst. Bei 60% der Patienten korrelierten die C-Arm-verifizierten hyperperfundierten Areale mit der MDCT nach Lipidolgabe. Bei 30% der Interventionen wurde aufgrund der Ergebnisse der angiographischen C-Arm-CT der Katheter neu positioniert.

### TACP bei malignen Pleuramesotheliomen

Sechzehn Patienten (3 Frauen, 13 Männer; Durchschnittsalter 56,8 Jahre; Bereich 50–84 Jahre) wurden prospektiv mittels TACP und Online-C-Arm-CT therapiert. Alle Patienten tolerierten die Behandlung gut. Es traten keine größeren Komplikationen oder TACP-assoziierten Todesfälle auf. Präinterventionell wurde auf Basis der MDCT- oder MRT-Aufnahmen ein mittleres Tumolvolumen von 83,6 ml (Bereich 19,5–177,7 ml) bestimmt. Bei 15 Patienten wurden angiographisch dilatierte Interkostalarterien mit einem mittleren Durchmesser von 2,9 mm festgestellt (■ **Abb. 3**). Bei der TACP erfolgte in 37,5% der Interventionen auf Basis der C-Arm-Daten eine Umpositionierung des Katheters für die selektive Chemotherapie. Die bei der C-Arm-CT erfasste Korrelation vor und nach Kontrastmittelapplikation war positiv (Korrelationskoeffizient nach Pearson: 0,967,  $p < 0,0001$  und Konkordanzkorrelationskoeffizient nach Lin: 0,966,  $p < 0,0001$ ).

Radiologe 2009 · 49:837–841 DOI 10.1007/s00117-009-1863-6  
© Springer Medizin Verlag 2009

### T.J. Vogl · N.N. Naguib · N.-E. Nour-Eldin · T. Lehnert · E. Mbalisike Transarterielle Chemoperfusion und -embolisation thorakaler Neoplasmen mittels C-Arm CT

#### Zusammenfassung

**Zielsetzung.** Ziel der Arbeit war die Evaluation der Wertigkeit der C-Arm CT für die on-line gesteuerte regionale transarterielle Chemoperfusion (TACP) und die transpulmonale Chemoembolisation (TPCE) primärer und sekundärer thorakaler Neoplasmen

**Material und Methode.** Von September 2008 bis März 2009 wurden 31 Patienten (11 Frauen/20 Männer, Durchschnittsalter 61,7 Jahre) mit 53 unterschiedlichen thorakalen Neoplasmen (primäre oder sekundäre Lungenkarzinome [n=37], Pleuramesotheliome [n=16]) mittels TACP oder TPCE unter Einsatz der Flachdetektortechnologie (FD-CT) behandelt. Alle Behandlungen erfolgten an einem C-Bogen-System der neuesten Generation (Artis Zeego, Siemens AG, Erlangen). Die TACP wurde durchgeführt mit einer Rotation von 220° und einem Volumen von 150 ml (Kontrastmittel/NaCl im Verhältnis 1:2), Verzögerung 2 s, Fluss 12 ml/s, die TPCE mit einem Volumen von 75 ml (Kontrastmittel/NaCl im Verhältnis 1:2), Verzögerung 2 s, Fluss 3 ml/s.

**Ergebnisse.** Bei der TPCE-C-Arm-CT konnte der Perfusionsgrad des Tumors evaluiert werden. Die Lipidolbelegung korrelierte in der C-Arm-CT mit der postinterventionellen MSCT. In der TACP konnten die beteiligten Interkostalarterien visualisiert werden; bei 30% der Interventionen erfolgte eine Umpositionierung des Katheters für die folgende Intervention.

**Schlussfolgerung.** Mittels C-Arm-CT lassen sich zusätzliche Informationen über die vaskulären Charakteristiken und das Perfusionsverhalten der Lungenläsionen gewinnen, die eine interventionelle Strategieänderung in relevanter Patientenanzahl zur Folge haben.

#### Schlüsselwörter

C-Arm-CT · Transarterielle Chemoperfusion (TACP) · Transpulmonale Chemoembolisation (TPCE) · Pleuramesotheliom · Maligne Lungentumoren

### C-arm computed tomography for transarterial chemoperfusion and chemo-embolization of thoracic lesions

#### Abstract

**Purpose.** To evaluate the role of C-arm CT for on-line fluoroscopy in regional transarterial chemoperfusion (TACP) and chemo-embolization (TPCE) of primary and secondary malignant thoracic lesions.

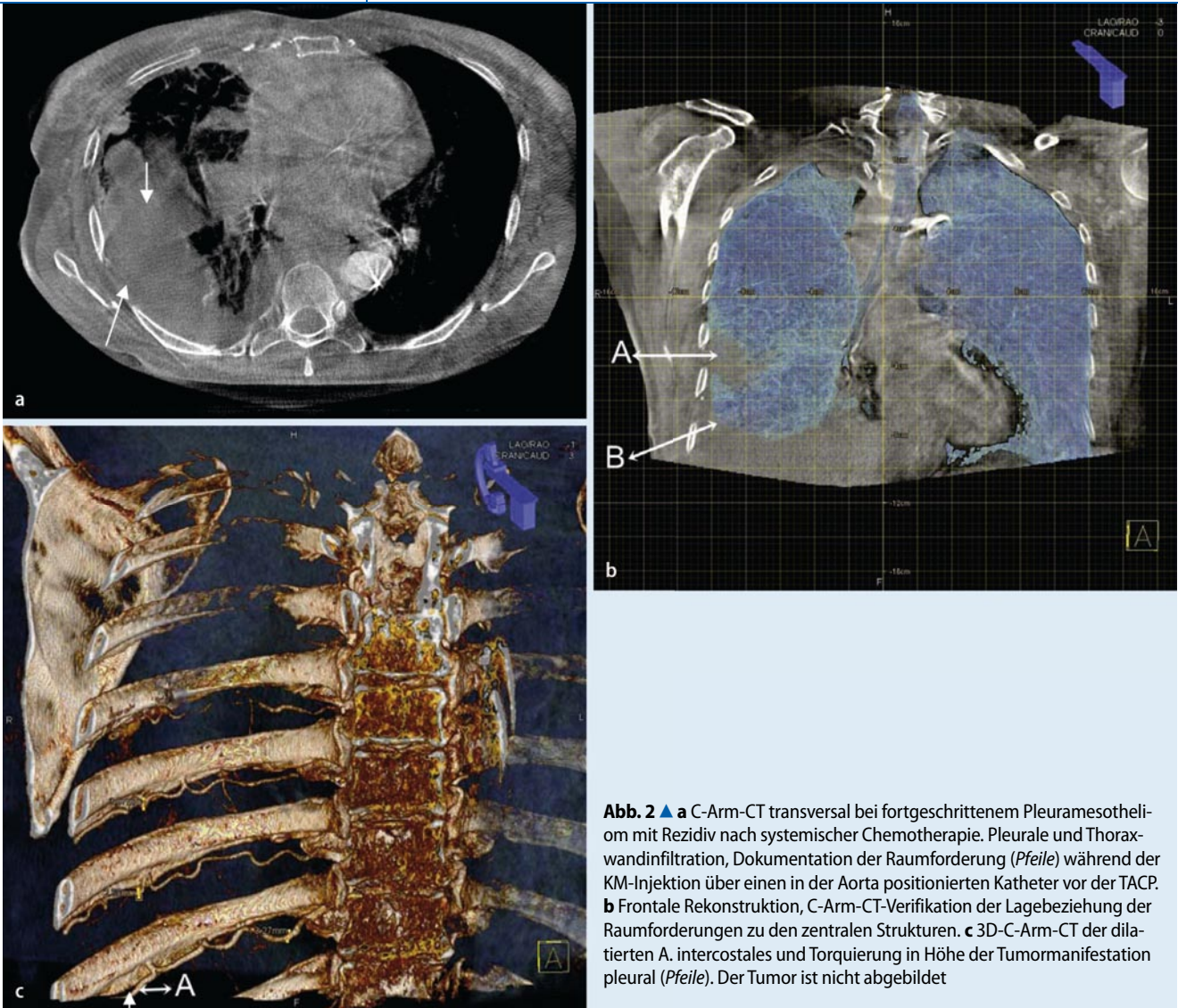
**Materials and methods.** From September 2008 to March 2009 a total of 31 patients (20 males and 11 females, average age: 61.7 years, range 22–84 years) with 53 thoracic malignant lesions from different origins (primary or secondary pulmonary carcinoma n=37, pleural mesothelioma n=16) were treated with TACP or TPCE using flat-detector CT (FD-CT). C-arm CT of the latest generation was used to localize the lesion before local chemotherapy (Artis Zeego, Siemens, Erlangen). For TACP a 220° rotation and a volume of 150 ml (ratio of 1:2 contrast/normal saline), delay 2 s and flow 12 ml/s was used. For TPCE a volume of 75 ml (ratio of 1:2 contrast/normal saline), delay 2 s and flow 3 ml/s was used.

**Results.** TPCE C-arm CT allowed the evaluation of the degree of perfusion of the tumor and the geographic areas of enhancement correlated with the post-interventional lipiodol uptake in MSCT. In TACP the intercostal arteries involved could be visualized and in 30% of interventions the catheter had to be repositioned for the following intervention.

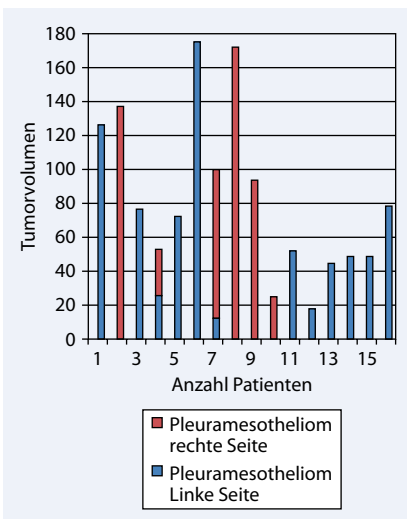
**Conclusion.** C-arm CT provides additional information on the vascular characteristics and perfusion of pulmonary lesions resulting in a change of interventional strategy in a relevant number of patients.

#### Keywords

C-arm computed tomography (C-arm CT) · Transarterial chemoperfusion (TACP) · Transpulmonary chemo-embolization (TPCE) · Pleural mesothelioma · Malignant pulmonary neoplasms



**Abb. 2** ▲ **a** C-Arm-CT transversal bei fortgeschrittenem Pleuramesotheliom mit Rezidiv nach systemischer Chemotherapie. Pleurale und Thoraxwandinfiltration, Dokumentation der Raumforderung (Pfeile) während der KM-Injektion über einen in der Aorta positionierten Katheter vor der TACP. **b** Frontale Rekonstruktion, C-Arm-CT-Verifikation der Lagebeziehung der Raumforderungen zu den zentralen Strukturen. **c** 3D-C-Arm-CT der dilatierten A. intercostales und Torquierung in Höhe der Tumormanifestation pleural (Pfeile). Der Tumor ist nicht abgebildet



**Abb. 3** ▲ Präinterventionelle Tumorvolumina von Pleuramesotheliomen vor TACP

### Diskussion

Im Zuge der weiteren Entwicklung angiographischer Interventionen ist die Einführung der C-Arm-CT auf einem C-Arm-Roboter für die präzise Beurteilung der Topographie, der lokalen Gefäßstrukturen und des Vaskularisationsgrads von Interesse. Das vorgestellte C-Arm-System erlaubt eine mit der CT vergleichbare Volumendarstellung bei hoher räumlicher Auflösung, geringer Artefaktbildung und diagnostischer Darstellung von Weichteilen. Die technischen Innovationen im Bereich der radiologischen bildgebenden Darstellung stellen bei den C-Arm-CT-gestützten transarteriellen Chemoperfusionen (TACP) und transarteriellen Chemoembolisationen (TACE) primärer und sekundärer maligner thorakaler Läsionen

einen interessanten Aspekt dar [17]. Ein bedeutender Unterschied der C-Arm-CT gegenüber der konventionellen CT bei radiologisch gesteuerten Interventionen besteht in der direkten Übermittlung der erhaltenen Daten während der Intervention, was eine Navigation ohne Verwendung von Markierungen ermöglicht [8].

Mit dem von uns verwendeten C-Arm-System benötigten wir für eine komplette C-Arm-CT ca. 16 s. Eine Zeitersparnis könnte durch die Verbesserung der Systemsynchronisation erzielt werden. Bei Systemen mit einer Bildrate von 30 Bildern/s wären 330 Projektionen in unter 15 s möglich [3]. Da sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Bewegungsartefakten mit der Dauer der CT erhöht, kann durch die Weiterentwicklung der technischen Parameter des Systems noch

eine Verbesserung erreicht werden. Die Daten bei der selektiven regionalen Chemotherapie thorakaler Malignome zeigen, dass sich periinterventionell die Gefäßversorgung, der Vaskularisationsgrad wie auch die Lagebeziehung der Kathetersysteme vor Beginn der Chemoperfusion und -embolisation genauer beurteilen lassen. Auch konnten eine Extravasation und das Vorliegen von Shunts mit der C-Arm-CT ausgeschlossen werden.

Die C-Arm-CT ist eine relativ neue Methode, bei der CT-ähnliche Bilder erstellt werden können, die bei schwierigen interventionellen Therapien hepatischer oder thorakaler Läsionen sehr wertvolle Informationen beizutragen vermag [4, 10, 12, 13, 14]. Bei der C-Arm-CT von Lebermalignomen unter Kontrastmittelgabe konnten bei 59,3–90% aller Patienten, die einer TACE unterzogen wurden, im Vergleich zur konventionellen Methode mit der DSA zusätzliche Informationen gewonnen werden, die wiederum bei 39% der behandelten Patienten eine Anpassung der Katheterpositionierung an die individuelle Behandlungssituation ermöglichten [7, 9, 18, 20]. Die neu entwickelte FDCT-Technologie wird auch für die Therapie thorakaler Malignome an Bedeutung gewinnen und die klinische Wertigkeit verbessern.

Ikeda et al. [5] haben in einer Studie Lipiodol benutzt, um pulmonale Rundherde zu markieren und zu lokalisieren, da Rundherde <10 mm häufig schwer zu lokalisieren sind. Im Vordergrund unseres Einsatzes von Lipiodol stand sowohl die Markierung als auch die Induktion einer Ischämie der Läsionen. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Lipiodolverteilung in der Lipiodol-angereicherten C-Arm-CT und der MDCT vergleichbar gut demonstriert werden konnte. Interessanterweise zeigte sich in der unmittelbar nach der Lipiodolinjektion erfolgten C-Arm-CT auch eine starke Akkumulation von Lipiodol im normalen Lungparenchymgewebe, da die Bildgebung einige Sekunden nach der intraarteriellen Injektion erfolgte.

Meyer et al. [14] zeigten in einer Studie an Leberläsionen die hohe Wertigkeit der Lipiodol-verstärkten CT zur Detektion von Leberläsionen. Diese Daten konnten auch anhand prospektiver Studien bei

Lungenläsionen von uns berücksichtigt werden [19]. Wesentliche Limitationen der gegenwärtigen Studie sind die geringe Patientenzahl und die noch verbesserungswürdigen Aspekte der C-Arm-CT, wie die Empfindlichkeit bei Bewegungsartefakten und die Geschwindigkeit der 3D-Rekonstruktionen. Um die jeweils optimale Katheterposition während der Intervention zu bestimmen, muss eine Onlinerekonstruktionsmethode zur Verfügung stehen. Nur so lässt sich eine Beurteilung der richtigen Katheterposition erzielen.

## Fazit für die Praxis

**Weitere Untersuchungen müssen noch erfolgen, um die klinische Wertigkeit der transarteriellen Chemoperfusion und -embolisation thorakaler Neoplasmen unter C-Arm-CT-Steuerung zu analysieren. Die Daten der vorliegenden Studie zeigen, dass eine Onlinevisualisierung sich bei interventionellen Eingriffen als vorteilhaft erweist.**

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. T.J. Vogl**

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Klinikum der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt am Main  
T.Vogl@em.uni-frankfurt.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. Arakawa H, Marks MP, Do HM et al (2008) Experimental study of intracranial hematoma detection with flat panel detector C-arm CT. *Am J Neuroradiol* 29:766–772
2. Feldkamp LA, Davis LC, Kress JW (1984) Practical cone-beam algorithm. *J Opt Soc Am* 1:612–619
3. Granfors PR (1999) Performance characteristics of an amorphous silicon flat panel x-ray imaging detector. In: Boone JM, Dobbins JT III (eds) *Medical imaging 1999: physics of medical imaging*. Proceedings of SPIE, Vol 3659, Bellingham, WA, pp 480–490
4. Hirota S, Nakao N, Yamamoto S et al (2006) Cone beam CT with flat-panel-detector digital angiography system: early experience in abdominal interventional procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol* 29:1034–1038
5. Ikeda K, Nomori H, Mori T et al (2007) Impalpable pulmonary nodules with ground-glass opacity: success for making pathologic sections with preoperative marking by lipiodol. *Am Coll Chest Physicians* 502–506
6. Ishikura R, Ando K, Nagami Y et al (2006) Evaluation of vascular supply with cone-beam computed tomography during intra-arterial chemotherapy for a skull base tumour. *Radiat Med* 24:384–387
7. Iwazawa J, Ohue S, Mitani T et al (2009) Identifying feeding arteries during TACE of hepatic tumours: comparison of C-arm CT and digital subtraction angiography. *AJR* 192:1057–1063
8. Jaffray DA, Siewerdsen JH, Wong JW et al (2002) Flat-panel cone-beam computer tomography for image-guided radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 53:1337–1349
9. Kakeda S, Korogi Y, Hatakeyama Y et al (2008) The usefulness of three-dimensional angiography with a flat panel detector of direct conversion type in a transcatheter arterial chemoembolization procedure for hepatocellular carcinoma: initial experience. *Cardiovasc Intervent Radiol* 31:281–288
10. Kakeda S, Korogi Y, Ohnari N et al (2007) Usefulness of cone-beam volume CT with flat panel detectors in conjunction with catheter angiography for transcatheter arterial embolization. *J Vasc Interv Radiol* 18:1508–1516
11. Kalender WA, Kyriakou Y (2007) Flat-detector computed tomography (FD-CT). *Eur Radiol* 17:2767–2779
12. Liu DM, Salem R, Bui JT et al (2005) Angiographic considerations in patients undergoing liver-directed therapy. *J Vasc Interv Radiol* 16:911–935
13. Meyer BC, Frericks BB, Albrecht T et al (2007) Contrast-enhanced abdominal angiographic CT for intra-abdominal tumour embolization: a new tool for vessel and soft tissue visualization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 30:743–749
14. Meyer BC, Frericks BB, Voges M et al (2008) Visualization of hypervascular liver lesions during TACE: comparison of angiographic C-arm CT and MDCT. *AJR* 190:1043;W263–W269
15. Ning R, Chen B, Yu R et al (2000) Flat panel detector based cone-beam volume CT angiography imaging: system evaluation. *IEEE Trans Med Imaging* 19:949–963
16. Orth RC, Wallace MJ, Kuo MD et al (2008) C-arm cone-beam CT: general principles and technical considerations for use in interventional radiology. *J Vasc Interv Radiol* 19:814–821
17. Pohlentz P, Blessmann M, Oesterhelweg L et al (2008) 3D C-arm as an alternative modality to CT in postmortem imaging: technical feasibility. *Forensic Sci Int* 175:134–139
18. Virmani S, Ryu RK, Sato KT et al (2007) Effect of C-arm angiographic CT on transcatheter arterial chemoembolization of liver tumour. *J Vasc Interv Radiol* 18:1305–1309
19. Vogl TJ, Herzog C, Zangos S, Lindemayr S (2007) Transpulmonale Chemoembolisation (TPCE) als palliatives Behandlungskonzept bei primären Lungentumoren. *Fortschr Geb Roentgenstr* 179(3):300–307
20. Wallace MJ (2007) C-arm computed tomography for guiding hepatic vascular interventions. *Tech Vasc Interv Radiol* 10:79–86