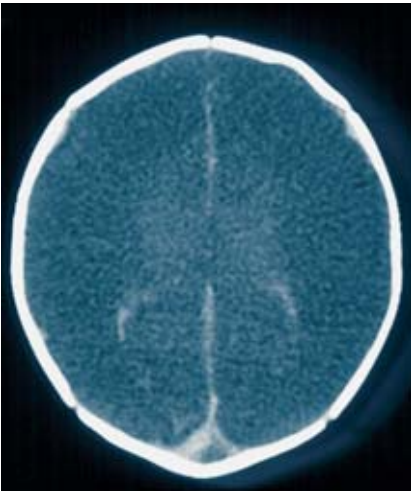


Brigitte Stöver, Patrick Rogalla

Computertomographie-Untersuchungen beim Kind – welche Möglichkeiten gibt es, um die Strahlenexposition zu reduzieren?

Auch wenn die beste Strahlenhygiene diejenige ist, Untersuchungen mit ionisierenden Strahlen ganz zu vermeiden, gelingt das bei der Abklärung bestimmter Krankheitsbilder nicht. Untersuchungen mit ionisierenden Strahlen sind: Röntgenuntersuchungen, die Durchleuchtungs-Untersuchung und die Computertomographie (CT). Zur Diagnostik der Lunge und des Skeletts benötigen wir weiterhin die Röntgenuntersuchung. Auch Durchleuchtungsuntersuchungen sind bei eindeutigen Indikationen weiterhin durchzuführen. Die Untersuchung, die mit der höchsten Strahlenexposition einhergeht, ist jedoch die CT.



■ *Abb. 1: CCT: 4 Monate alter Säugling, Blutung in den Interhemisphärenspalt, sowie parenchymatös occipital. Hirnödem, die Seitenventrikel sind nicht mehr erkennbar*

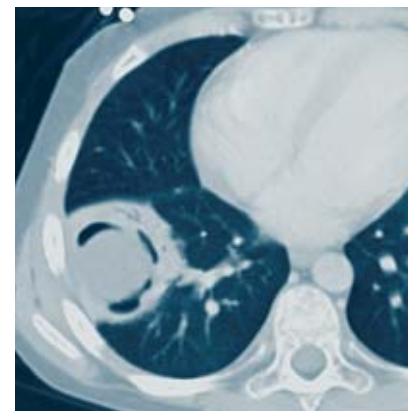
Selbst wenn man die Indikation zur CT beim Kind besonders streng handhabt, werden dennoch in Zukunft CT-Untersuchungen beim Kind erforderlich sein. Bestimmte CT-Untersuchungen sind durch Schnittbildverfahren ohne ionisierende Strahlen nicht zu ersetzen. Indikationen für die CT bestehen heute beim Schädelhirntrauma

wenn das Kind eindeutige neurologische Symptome aufweist. In diesem Fall ist die CT als Notfalluntersuchung durchzuführen, um eine Hirnblutung rechtzeitig zu erkennen (Abb. 1).

Bei einem sog. schweren Polytrauma, bei dem ohne Zeitverlust das gesamte Ausmaß aller Verletzungen in Gehirn, Brustkorb und Bauchraum bekannt sein muß, ist eine Ganzkörper-CT beim Kind selten erforderlich. In aller Regel kann

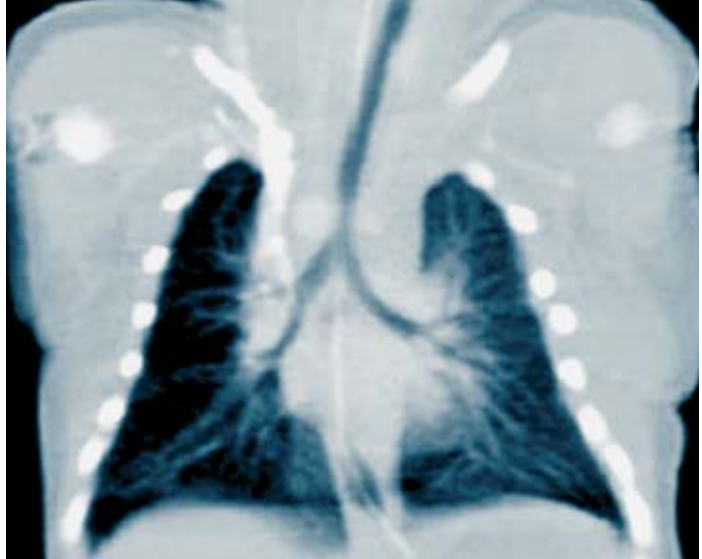
zumindest die Verletzung des Bauchraumes unverzüglich sonographisch abgeklärt werden. Ebenso müssen CT Untersuchungen bei Kindern mit onkologischen Erkrankungen erfolgen. Bei speziellen Krebserkrankungen ist zu befürchten, dass sie Lungenmetastasen verursachen. Diese müssen rasch erkannt werden, denn einer Chemotherapie kann im Falle ein-

zelner Metastasen eine chirurgische Entfernung und damit auch die Heilung folgen. Kinder, deren Immunsystem geschädigt ist, sei es angeboren oder durch eine Chemotherapie, können an seltenen Infektionen der Lunge erkranken, die ein für den Erreger typisches Bild in der CT aufweisen (Abb. 2). Auch wenn das Röntgenbild bereits auf den typischen Befund hinweist, sind weitere Herde häufig



■ *Abb. 2: CT Thorax: 12 jähriger Junge, Aspergillom bei Akuter Lymphatischer Leukämie (ALL); der sog. Fungusball ist umgeben von einer Luftsichel*

über längere Zeit nur noch in der CT erkennbar. Seltene CT-Indikationen sind solche vor chirurgischen Korrekturen im Bereich des Gesichtsschädels, bei komplizierten Frakturen und bei angeborenen schweren Gefäß- oder Lungenfehlbildungen vor bzw. nach operativer Korrektur (Abb.3). Insbesondere auch dann, wenn es gilt, einen Therapieerfolg zu überprüfen, muß die CT mit größtmöglicher Reduktion der Strahlenexposition durchgeführt werden (Abb.4 a bis d auf Seite 28/29).



■ Abb. 3: CT Thorax 120 KV, 30 mAs: 2 Monate alter Säugling, Zustand nach OP eines doppelten Aortenbogens. Die coronare Rekonstruktion weist die noch bestehende Einengung der Trachea nach.

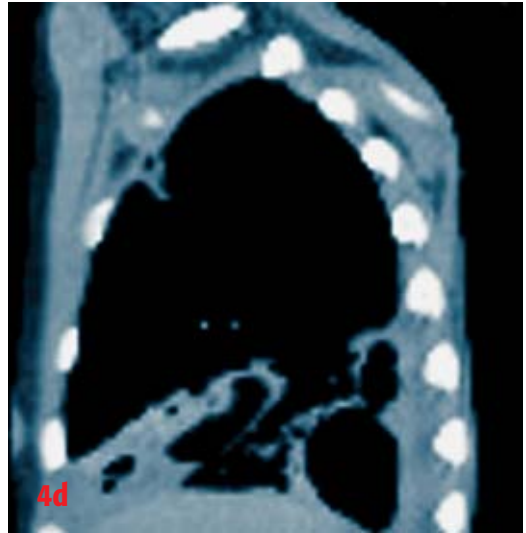
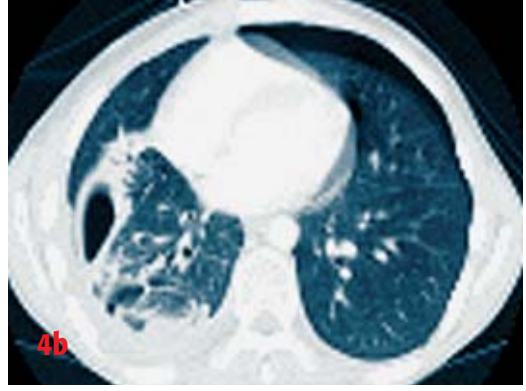
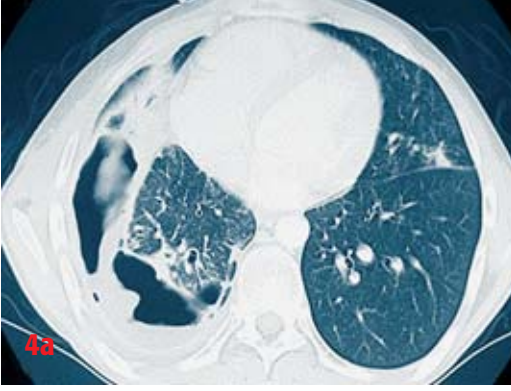
Benötigt man eine CT Untersuchung, dann ist die Dosis jedoch entsprechend der Fragestellung so weit wie möglich zu reduzieren. Dies ist auf dem Hintergrund der rasant fortschreitenden Technik umso wichtiger, als inzwischen Mehrschicht CT-Scanner entwickelt wurden. Diese ersetzen die ursprüngliche zweidimensionale transaxiale Schnittbildtechnik durch eine 3D-Technik, die in wenigen msec – also in Echtzeit – riesige Datenvolumina erfasst. Aus dem umfangreichen Datensatz sind mittels Rechnerfunktionen alle Ebenen darzustellen. Es kann auch z.B. die Oberfläche des Bronchialbaumes als sog. „virtuelle“ Bronchoskopie berechnet werden.



Diese Scanner der neuesten Generation kennzeichnet darüber hinaus auch eine extrem kurze Untersuchungszeit. Ihr Einsatz ist aber erst dann auch für das Kind ideal, wenn entsprechende Untersuchungsprotokolle erarbeitet werden, die mit geringer Strahlenexposition diagnostisch verwertbare Bilder liefern. Der Ansatz zur Strahlenreduktion bestand in unserer Arbeitsgruppe primär in der Reduktion der Energie (mAs), auch um den Preis eines größeren Bildrauschens. Es wurden für das Kindesalter Messungen zur Dosisreduktion am Phantom in unterschiedlicher Lokalisation (Zentrum, 5 cm unter der Oberfläche und auf der Oberfläche) sowie mit unterschiedlicher Schichtdicke und absteigender Energie durchgeführt (Abb. 5. Seite 28). Bei noch vertretbarem Bildrauschen und ohne Informationsverlust war eine Do-

sisreduktion bis auf 50 %, je nach Fragestellung sogar bis auf 10% möglich. Die Modulation des Röhrenstroms (kV) ist ein Ansatz der Industrie zur Verminderung der Strahlenexposition.

Bei dieser Dosisautomatik, der sog. Dosismodulation, wird für das Spiral CT eine der Anatomie angepasste Röhrenstrommodulation eingesetzt. Berichtet wird von diesem Programm eine Dosisreduktion je nach untersuchter Körperregion zwischen 18 und 53% beim Erwachsenen und 20-23% beim Kind. Tatsächlich gilt dies nur für einen homogenen durchstrahlten Bereich wie die Lunge, werden andere anatomische Anteile wie die Schultern mit erfasst, steigt die Dosis an. Ist die Gabe von Kontrastmittel erforderlich, gelingt eine Dosisreduktion über die Erniedrigung des Röhrenstroms. Die Röhren-

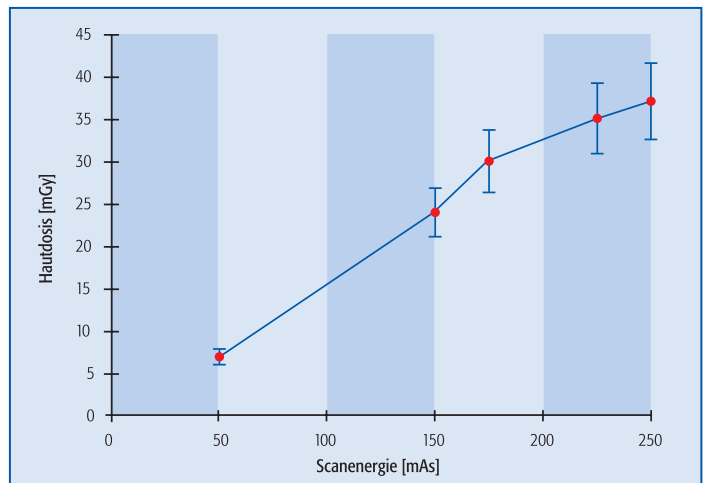


■ Abb. 4a - 4d: CT Thorax: 14-jähr. Junge, ALL, Zustand nach Pleuropneumonie und Drainage. a: 140 kV, 100mAs: Gekammerter Seropneumothorax links, nur teilentfalteter Unterlappen; b-d: 120kV, 30 mAs, Rekonstruktion coronar und sagittal vor OP: Axial im Vergleich deutliches Bildrauschen, jedoch kein Informationsverlust: Geringer Befundrückgang re., Pneumothorax li.

stromreduktion ist ohne Kontrastmittelgabe nicht sinnvoll. Auch die sog. „Dünnschichtuntersuchungen“ bedürfen einer strengen Indikation. Sie sind z.B. zur Darstellung des Innenohrs nicht zu entbehren. Aber: je dünner die gewählten Schichten und je geringer der Schichtabstand, desto höher die Dosis.

Möglichkeiten der Dosisberechnung

Inzwischen sind die modernen Scanner in der Lage, die Dosis zu



■ Abb. 5: Gemessene Oberflächendosis bei Reduktion der mAs.



berechnen, d.h. auch Dosisberechnungen und der Vergleich der Strahlenexposition zwischen einzelnen Geräten sind möglich. Zwei Größen sind errechenbar: Zum einen wird die Dosismeßgröße CTDI ermittelt, bei der gewichtet wird: $\frac{1}{3}$ der zentralen und $\frac{2}{3}$ der peripheren Dosis werden in mGy errechnet (CTDI w). Zum anderen ist die Erfassung des Dosislängenprodukts (DLP) ein weiterer messbarer Parameter, das Maß für die integrale Strahlenexposition (mGy x cm).

Diese Parameter werden für jede Untersuchung vom Gerät errechnet. Das gilt sowohl für den Erwachsenen als auch für das Kind. Dosisreferenzwerte, also solche Dosiswerte, die nicht überschritten werden sollten, sind für den Erwachsenen inzwischen vorhanden. Derzeit existieren Vorschläge für Referenzdosiswerte für das Kind, vorgeschlagen für 3 Altersgruppen, die jedoch erst in Zukunft verbindlich werden.

► Prof. Dr. med. Brigitte Stoever
Dr. med. Patrick Rogalla
Klinikum Charité -
Campus Virchow-Klinikum
Klinikum für Strahlenheilkunde
Abt. f. Pädiatrische Radiologie
Augustenburger Platz 1
D-13353 BERLIN

