

Lungenscreening mit der Computertomographie – Beitrag der Radiologie

Hatem Alkadhi, Thomas Frauenfelder, Diethard Schmidt

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, UniversitätsSpital Zürich



In der August-Ausgabe des *New England Journal of Medicine* wurde dieses Jahr eine vielbeachtete Multi-zenterstudie aus den USA zum Screening der Lunge publiziert (*National Lung Screening Trial*, NLST) [1]. Personen im Alter zwischen 55 und 74 Jahren mit einem hohen Risiko für ein Bronchuskarzinom durchliefen ein Screening mit konventionellem Thorax-Röntgen oder mit einer Niedrigdosis-Computertomographie (CT). Es konnte auf eindruckliche Weise gezeigt werden, dass das Screening mit der Niedrigdosis-CT im Vergleich zum Thorax-Röntgen zu einer signifikant geringeren Mortalität führte (relative Reduktion um 20%).

Freilich existieren auch in dieser gross angelegten Studie gewisse diskussionswürdige Aspekte (siehe hierzu das Schlaglicht Pneumologie von E. Russi, SMF 1–2/2012). Hierunter gehören u.a. die relativ hohe Rate an falsch-positiven Resultaten sowie das Problem der Überdiagnose (*overdiagnosis*) in der CT: Eine nicht unerhebliche Zahl von im Screening diagnostizierten Karzinomen würde nie symptomatisch werden. Ebenso wurde die Kosteneffektivität der CT im Vergleich zur günstigeren konventionellen Röntgenaufnahme nicht evaluiert [2].

Dosisaspekte beim Screening mit der CT

Beim Screening einer Population mit der CT muss das potentielle Risiko durch die kumulative Strahlendosis aus folgenden Gründen in Betracht gezogen werden:

Erstens existiert eine gewisse Interaktion zwischen dem hypothetischen Krebsrisiko durch ionisierende Strahlung und dem «genuinen» Krebsrisiko von Rauchern. Diese Interaktion zwischen Strahlung und Rauchen, von einigen Autoren als multiplikativ, von anderen als intermediär (zwischen additiv und multiplikativ) angenommen, erhöht das Risiko der Krebsentwicklung über die additive Wirkung hinaus [3].

Zweitens: Während das potentielle strahlenbedingte Risiko der Entstehung von Krebs in der Regel mit zunehmendem Alter abnimmt, scheint das strahleninduzierte Lungenkarzinom keine derartige Abnahme zu zeigen [3]. Drittens nimmt die aktuell gängig akzeptierte Hypothese ein gewisses nicht zu vernachlässigendes Risiko zur Entstehung von Krebs als Folge von Untersuchungen mit ionisierender Strahlung selbst im Niedrigdosis-niveau an. Beim Screening kommt zusätzlich noch der Aspekt der repetitiven – und dadurch bzgl. Strahlendosis kumulativen – Untersuchungen zum Tragen. So wurde z.B. in der NLST-Studie bei jeder eingeschlossenen Person eine Niedrigdosis-CT zu insgesamt drei Zeitpunkten durchgeführt [1].

Die NLST-Studie ist mit der Beschreibung des gewählten CT-Protokolls sehr zurückhaltend. So findet sich nur der Verweis darauf, dass «die Untersuchungsparameter so gewählt wurden, dass die effektive Dosis 1,5 mSv beträgt». Auch die dort zitierte Arbeit, welche das Studiendesign näher beschreibt, bleibt diesbezüglich hinter den Erwartungen zurück [4].

Dabei verdienen die folgenden technischen Punkte zum Thema Dosis und Thorax-CT spezielle Erwähnung: Bei Verwendung der klassischen Rekonstruktionsform in der CT, der gefilterten Rückprojektion (engl. *filtered back projection*), existiert bei jedem Bild ein Kompromiss zwischen der Bildschärfe und dem Bildrauschen. Dieser Kompromiss wiederum führt zu einem unteren Limit an Strahlendosis bei der CT-Bildgebung, mit der gerade noch Bilder mit diagnostischer Qualität angefertigt werden können, weil mit tieferen Dosen das Bildrauschen proportional ansteigt.

Die effektive Dosis einer Standard-Thorax-CT beträgt im Durchschnitt ca. 7–9 mSv. Mit Hilfe zahlreicher Methoden zur Dosisreduktion – unter Verwendung der gefilterten Rückprojektion – kann die Dosis von Thorax-CT-Untersuchungen auf 1–2 mSv reduziert werden. Zu diesen Methoden gehören u.a. die Reduktion der Röhrenspannung, die automatische Röhrenstromadaptation und das Scannen mit einem sehr hohen Tischvorschub [5].

Mit der gefilterten Rückprojektion als Standardrekonstruktionsmethode ist eine weitere wesentliche Reduktion der Dosis von Thorax-CT-Untersuchungen (z.B. unter 1 mSv) bei normalgewichtigen Erwachsenen ohne einen Verlust an Bildinformationen kaum möglich. Zudem korreliert das Mass an Bildrauschen proportional mit dem durchstrahlten Volumen: je grösser der Körper, desto höher das Rauschen.

Die iterative Rekonstruktion

Um diesem Dilemma der nicht beliebig reduzierbaren Strahlendosis bei der CT zu begegnen, wurde im letzten Jahr eine Alternative zur gefilterten Rückprojektion entwickelt: die iterative Rekonstruktion [6]. Bei der iterativen Rekonstruktion wird eine Korrekturschleife in den Bildgenerierungsprozess eingefügt, bei der das Originalbild wiederholt mit einem Korrekturbild abgeglichen wird. Hierzu werden nichtlineare Nachverarbeitungsalgorithmen verwendet, um die örtliche Auflösung an Objekten mit hohem Kontrast zu erhöhen und an Objekten mit niedrigem Kontrast zu erniedrigen. Dieser Regularisierungsschritt ist für die Rauschreduktion der iterativen Rekonstruktion essentiell. Die Berechnung



Hatem Alkadhi

Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

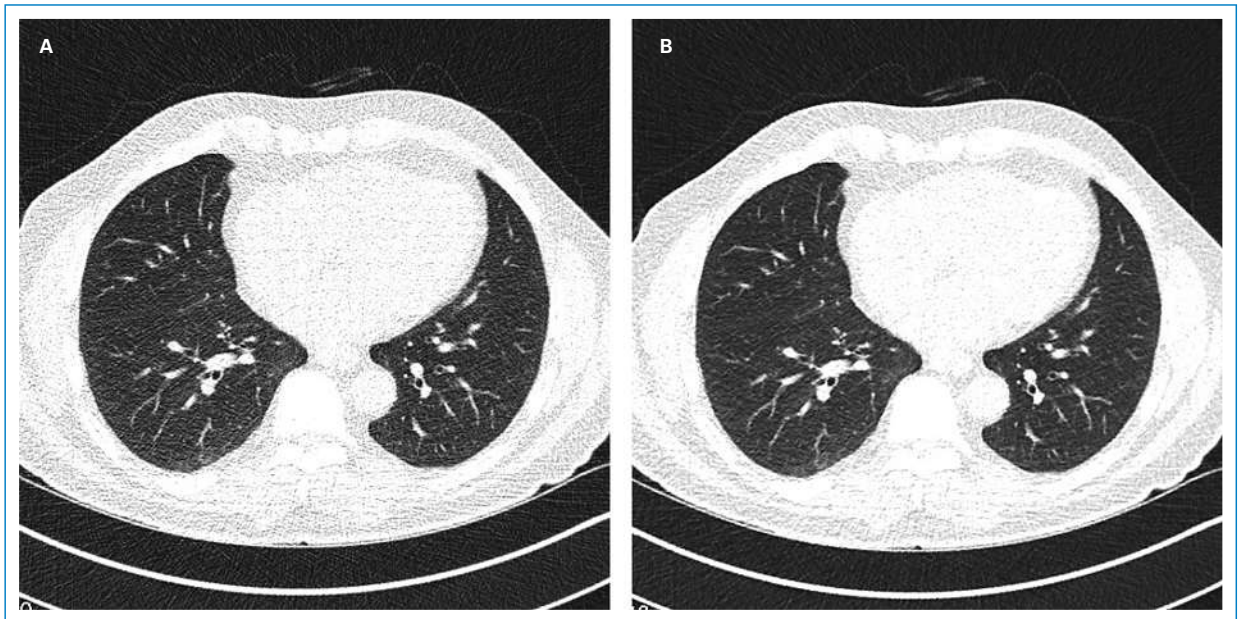



Abbildung 1

Axiale Rekonstruktion der Lunge einer Niedrigdosis-CT mit einer effektiven Dosis von 0,5 mSv.

A: Rekonstruktion mit gefilterter Rückprojektion und damit verbundenem hohem Bildrauschen.

B: Bildgenerierung mit iterativer Rekonstruktion mit geringerem Rauschen und besserer Bildqualität bei gleicher Dosis.

von künstlichen Rohdaten durch Vorwärtsprojektion des Bildes, welches dann wieder mit den originalen Rohdaten verglichen wird, dient dazu, Artefakte zu reduzieren. Bei der iterativen Rekonstruktion werden diese Regularisierungsschritte und das Abgleichen der Bilder mehrmals wiederholt (lat. *iterare*: wiederholen).

Erste Erfahrungen mit der iterativen Rekonstruktion bei der Thorax-CT konnten tatsächlich zeigen, dass das Bildrauschen reduziert, die Bildschärfe erhöht und dadurch die Bildqualität verbessert werden (Abb. 1 ). Nach unseren Erfahrungen scheint es mit der iterativen Rekonstruktion möglich zu sein, die effektive Dosis einer Thorax-CT auf deutlich unter 1 mSv zu reduzieren (womit sie in die Nähe der effektiven Dosis eines konventionellen Thorax-Röntgens gelangt). Die iterative Rekonstruktion hilft somit, die Niedrigdosis-CT-Untersuchungen weiter zu optimieren, ohne dabei den diagnostischen Wert der Untersuchung zu verlieren. Zudem reduziert sie die Abhängigkeit des Bildrauschens (und somit der Bildqualität) vom Körpervolumen, so dass die Niedrigdosis-CT auch bei übergewichtigen und adipösen Patienten zu einer realen Option wird.

Zusammenfassung

Das Lungenscreening von Risikopatienten mit der CT wird – ungeachtet der damit verbundenen Kontroverse – ein gewichtiges medizinisches und gesundheitsökonomisches Thema der nächsten Jahre werden. Der Radiologie kommt hier eine Schlüsselrolle zu, indem sie die dafür notwendigen Untersuchungstechniken opti-

mieren und dem Kliniker zur Verfügung stellen muss. Die Niedrigdosisprotokolle müssen eine diagnostische Bildqualität bei jeglicher Patientenkonstitution liefern. Nur so kann deren Beitrag zur Kollektivdosis der Bevölkerung auf ein absolutes Minimum reduziert werden. Jüngst entwickelte Bildrekonstruktionsverfahren wie die iterative Rekonstruktion scheinen geeignet, die gewünschte Dosisreduktion ohne relevante Einbußen an diagnostischer Aussagekraft zu ermöglichen.

Korrespondenz:

PD Dr. Hatem Alkadhi
 Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
 UniversitätsSpital Zürich
 CH-8091 Zürich
[hatem.alkadhi\[at\]usz.ch](mailto:hatem.alkadhi[at]usz.ch)

Literatur

- 1 Aberle DR, Adams AM, Berg CD, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med.* 2011;365(5):395–409.
- 2 Sox HC. Better evidence about screening for lung cancer. *N Engl J Med.* 2011;365(5):455–7.
- 3 Brenner DJ. Radiation risks potentially associated with low-dose CT screening of adult smokers for lung cancer. *Radiology.* 2004;231(2):440–5.
- 4 Aberle DR, Berg CD, Black WC, et al. The National Lung Screening Trial: overview and study design. *Radiology.* 2011;258(1):243–53.
- 5 Baumüller S, Alkadhi H, Stolzmann P, et al. Computed tomography of the lung in the high-pitch mode: is breath holding still required? *Invest Radiol.* 2011;46(4):240–5.
- 6 Thibault JB, Sauer KD, Bouman CA, Hsieh J. A three-dimensional statistical approach to improved image quality for multislice helical CT. *Med Phys.* 2007;34(11):4526–44.