

HIGH RESOLUTION COMPUTED TOMOGRAPHY (HRCT)

Het belang van een landelijk uniform protocol



Judit Fehér



Arlette Odink



Marcel van Straten



Cornelia Schaefer-Prokop



Esther Pompe

High Resolution Computed Tomography is een essentieel diagnostisch hulpmiddel voor interstitiële longziekten. Een gestandaardiseerd landelijk protocol is cruciaal voor consistente beeldkwaliteit en betrouwbare follow-up. Dit artikel bespreekt het belang van uniforme scanparameters en protocollen om diagnostische variabiliteit te minimaliseren en vergelijkbaarheid van scans te garanderen.

Een belangrijk aspect van beeldvorming is het beperken van de stralingsdosis zonder concessies te doen aan de diagnostische kwaliteit. Voor een HRCT-scan wordt over het algemeen een iets hogere dosis gebruikt dan bij een standaard CT-thorax, om subtiele afwijkingen in de longstructuur beter zichtbaar te maken.

Evolutie van de HRCT

Vroeger werden HRCT-scans uitgevoerd met een discontinue acquisitiemethode, waarbij dunne coupes van 1 mm dikte werden verkregen met tussenliggende ruimtes van 10 tot 20 mm. Dit resulteerde in lange acquisitietijden, waardoor 1 volledige adempauze vaak niet haalbaar was. Bovendien bemoeilijkte de afwezigheid van continue beeldinformatie de beoordeling van focale afwijkingen en beperkte die een nauwkeurige follow-up. Met het ontwikkelen van de multidetectorspiraal-CT-technologie en de introductie van volumetrische acquisitie is de discontinue techniek vervangen door een continue dataset. Hierdoor is elke moderne thorax-CT in feite een 'HRCT', met de mogelijkheid voor 1 mm spatiale resolutie in alle drie de richtingen.^{1,2}

Belang van standaardisatie

Diagnose en monitoring van longziekten vereisen de afbeelding van subtiele verschillen tussen opeenvolgende HRCT-

scans. Variatie in scanparameters tussen ziekenhuizen bemoeilijkt vergelijking. Dat kan leiden tot interpretatieverschillen en suboptimale behandeling. Een landelijk uniform protocol verbetert de betrouwbaarheid van beoordeling en verhoogt de reproduceerbaarheid.

neerde restrictieve/obstructieve longfunctie.

Iteratieve reconstructietechnieken

Een technologische vooruitgang in CT is het gebruik van iteratieve reconstructietechnieken, zoals IMR bij Philips, ADMIRE

'De mate van ruisreductie door iteratieve reconstructie heeft grote invloed op de morfologische weergave van structuren'

Kernpunten van de ESTI-richtlijn

De *European Society of Thorax Imaging* (ESTI) heeft in 2024 een aanbeveling uitgebracht met betrekking tot de vereisten voor een HRCT.³ Belangrijke aandachtspunten zijn:

- Dosisoptimalisatie: beeldkwaliteit balanceren met minimale stralingsdosis.
- Reconstructiealgoritmen: gebruik van dunne coupes ($\leq 1,5$ mm) met hoge resolutie.
- Uniforme ademhalingsinstructies: consistente longinflatie voor vergelijkbare beeldvorming.
- Expiratiescan: noodzakelijk voor de beoordeling van *air trapping* in longziekten met obstructieve of gecombi-

bij Siemens, AIDR 3D bij Canon en ASiR bij GE Healthcare. Met deze techniek is het mogelijk de stralingsdosis te verlagen, zonder concessies te doen aan de beeldkwaliteit.⁴ Hoewel de ESTI geavanceerde reconstructietechnieken aanbeveelt, heeft de mate van ruisreductie door iteratieve reconstructie grote invloed op de morfologische weergave van structuren. Dit kan vergelijking met voorgaande onderzoeken bemoeilijken (zie figuur 1 en 2).

Zo kan het longparenchym een matglasaspect krijgen door een sterkere ruisreductie. Dit kan leiden tot een foutieve interpretatie als actieve ziekte. De mate van ruisreductie is aan te passen om de

Tabel 1. Aanbevolen scanparameters volgens ESTI.

Acquisitieparameters	
Scanmodus	Volumetrische multi-row detector acquisitie
Buisspanning	120 kVp (100-140 aangepast aan BMI)
Rotatietijd	Zo kort mogelijk ^a ($\leq 0,5$ s)
Tafelverschuiving	Hoogste pitcha
Scantijd	< 10 s
Effectieve dosis	< 3 mSv
Intraveneus contrastmiddel	Niet standaard, tenzij specifiek geïndiceerd
Automatic exposure control (modulatie van buisspanning/buislading, geautomatiseerde kV-selectie)	Aanbevolen
Beeldreconstructie	
Coupedikte	$\leq 1,5$ mm ^b
Filter	Hoge resolutie
Reconstructie-interval	Continu of overlappend (0,5-0,7 mm, afhankelijk van coupedikte) ^c
Geavanceerd reconstructiealgoritme	Zo veel mogelijk
Reconstructiematrix	Minimum 512 x 512
Minimum intensity projection (mIP)	Slabdikte 7-10 mm (ter differentiatie van honeycombing vs. bronchiectasis, visualisatie van air trapping) in overlappende reconstructie

^a zo kort/hoog mogelijk, waarbij het aantal projecties niet wordt gereduceerd^b nog beter ≤ 1 mm, indien mogelijk^c continue reconstructie (geen overlap) kan gebruikt worden bij submillimeter coupedikte

scandosis zo laag mogelijk te houden, terwijl dit niet ten koste van de beeldkwaliteit gaat. Hetzelfde geldt voor *deep-learning* gebaseerde beeldreconstructie. Applicatiespecialisten kunnen helpen bij het optimaliseren van scanprotocollen. Het toegepaste reconstructiealgoritme verschilt per scannertype. Dit heeft invloed op de verkregen beeldkwaliteit. Het is daarom belangrijk bij follow-ups-cans, zo mogelijk, hetzelfde scannertype en reconstructiealgoritme te gebruiken.

Goede ademhalingsinstructies

Een onderschat aspect van HRCT-beeldvorming is het belang van juiste ademhalingsinstructies. Variatie in longinflatie tussen verschillende onderzoeken kan de interpretatie bemoeilijken. Diagnostisch laboranten spelen een grote rol in het instrueren van patiënten om consistent in te ademen tijdens de scan. Een uniforme aanpak in ademhalingsinstructies draagt bij aan betere reproduceerbaarheid en betrouwbare interpretatie van beelden. Ook voor onderzoeksdoeleinden is dit van cruciaal belang.

Beoordeling van air trapping

Naast de standaard-HRCT-scans bij maximale inspiratie, is een expiratiescan een waardevolle aanvulling. Air trapping, een belangrijk ziektecriterium in obstructieve longziekten zoals *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD), hypersen-

sitiviteitspneumonitis of obstructieve bronchiolitis in reumatoïde artritis of sarcoïdose, wordt vaak alleen zichtbaar bij expiratoire beeldvorming. Daarom is de aanbeveling steeds vaker om routinematig een expiratiescan toe te voegen voor het beoordelen van diffuse of focale air trapping. Een systematische aanpak met duidelijke ademhalingsinstructies is essentieel om bewegingsartefacten te mi-

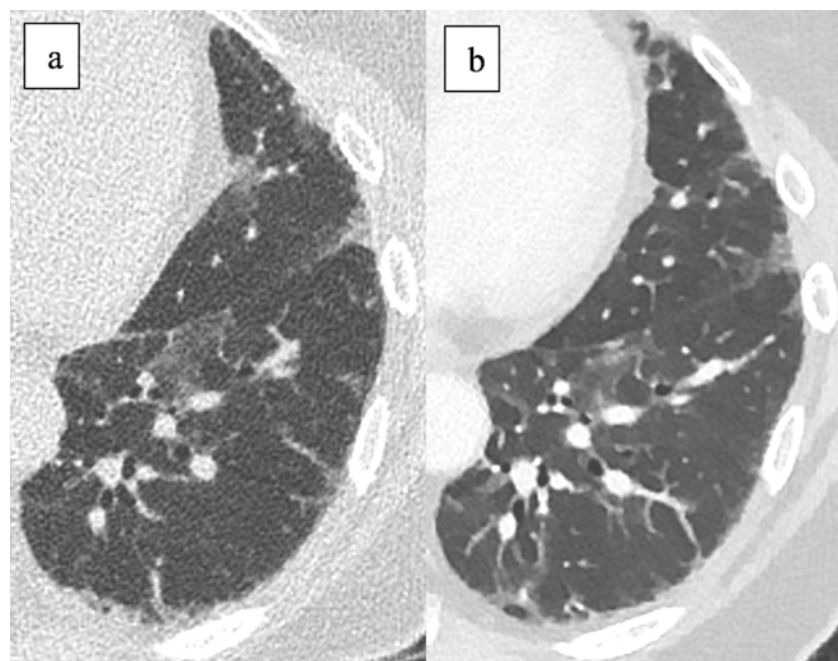
nimaliseren en de diagnostische waarde van zowel inspiratoire als expiratoire beelden te optimaliseren.

Maak gebruik van uw netwerk

De interpretatie van interstitiële longziekten (ILD) vereist een hoge mate van expertise en ervaring. Voor radiologen is diepgaande kennis van de diverse patronen van interstitiële longziekten essentieel om nauwkeurige diagnoses te kunnen stellen. Het actief benutten van de gedeelde expertise binnen ILD-netwerken heeft een sterke aanbeveling,

‘Een onderschat aspect van HRCT-beeldvorming is het belang van juiste ademhalingsinstructies’

evenals deelname aan digitale multidisciplinaire overleggen (MDO's). Hierin zijn momenteel vaak alleen longartsen vertegenwoordigd. Een intensievere samenwerking met longartsen binnen het eigen ziekenhuis en met thoraxradiologen van ILD-expertisecentra in uw netwerk draagt bij aan een hogere diagnos- ►



Figuur 1. CT-thorax bij een patiënt met fibrotische NSIP, vervaardigd op hetzelfde tijdstip, maar (a) zonder en (b) met toepassing van iteratieve reconstructie.

tische nauwkeurigheid en daarmee aan verbeterde patiëntenzorg.

Conclusie

Een landelijk uniform HRCT-protocol, gebaseerd op de ESTI-richtlijn, is van groot belang voor het beoordelen van longziekten. Dit verhoogt de diagnostische betrouwbaarheid en ondersteunt con-

‘Een landelijk uniform
HRCT-protocol
verhoogt de
diagnostische
betrouwbaarheid en
ondersteunt
consistente
besluitvorming’

sistente besluitvorming in de klinische praktijk. Ook is het belangrijk om nieuwe technieken optimaal toe te passen, zodat de dosis beperkt kan worden zonder dat de interpretatie bemoeilijkt wordt. Door gezamenlijke inspanningen van radiologen, klinisch fysici en laboranten kunnen de kwaliteit en vergelijkbaarheid van HRCT-scans verder worden verbeterd.

Judit Fehér

aios radiologie, Albert Schweitzer Ziekenhuis, Dordrecht

Arlette Odink

radioloog, Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam

Marcel van Straten

klinisch fysicus, Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam

Cornelia Schaefer-Prokop

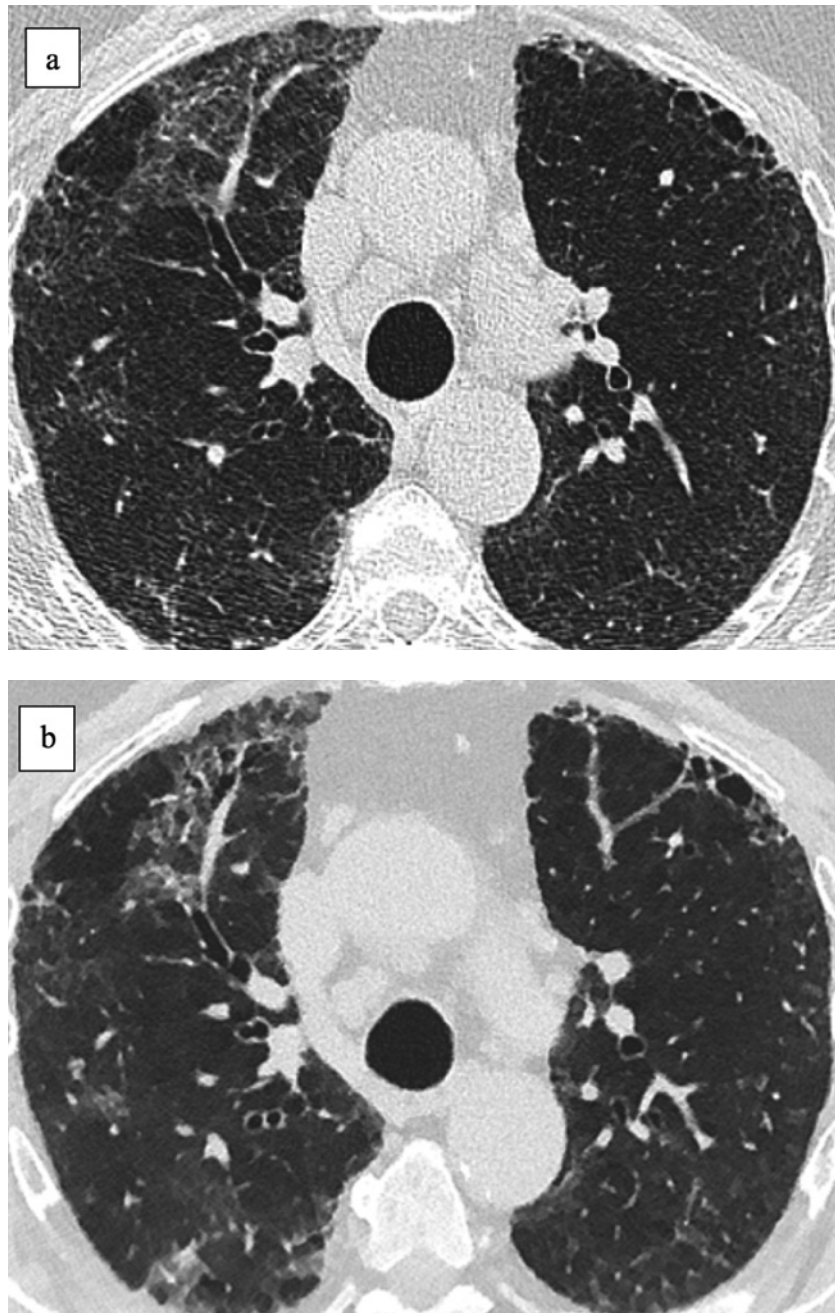
radioloog, Meander Medisch Centrum, Amersfoort

Esther Pompe

radioloog, UMC Utrecht, Utrecht

Referenties

1. Prosch H, Schaefer-Prokop CM, Eisenhuber E, et al. CT protocols in interstitial lung diseases--a survey among members of the European Society of Thoracic Imaging and a review of the literature. *Eur Radiol.* 2013 Jun;23(6):1553-63.



Figuur 2. CT-thorax van een patiënt met interstitiële longziekte, vervaardigd op hetzelfde tijdstip, maar (a) zonder en (b) met toepassing van iteratieve reconstructie. Dit leidt tot minder ruis, maar een sterker 'matglas'aspect.

2. Hovinga M, Sprengers R, Kauczor HU, et al. CT Imaging of interstitial lung diseases. multidetector-row ct of the thorax. 2016 Feb 27:105-30.
3. Larici AR, Biederer J, Cicchetti G, et al. ESR Essentials: imaging in fibrotic lung diseases-practice recommendations by the European Society of Thoracic Imaging. *Eur Radiol.* 2025 Apr;35(4):2245-55.
4. Andersen HK, Völgyes D, Martinsen ACT. Image quality with iterative reconstruction techniques in CT of the lungs-A phantom study. *Eur J Radiol Open.* 2018 Mar 8;5:35-40.

Interessante ILD-nascholingen

- 9-11 oktober 2025: HRCT of the Lung – Teaching Course (UZ Leuven), België
- 20 maart 2026: HRCT masterclass (Meander MC), Amersfoort
- 1 en 2 juni 2026: Andreas Cursus (Amsterdam UMC), Amsterdam