SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
ASL ROMA 1

TC diagnostica vs TC di simulazione nell'imaging oncologico: parametri tecnici, gestione della dose e ruolo del TSRM

REGIONE LAZIO

Carbonara A.[1], Iacono M.[1], Bettiol M.[2], Santoni F. [1], Petrilli P.[1], Bianconi T. [1], De Marco L.[1], Ferrara R.[1], Travaglini D.[1], Ciabattoni A.[3]

1 UOC Tenici Sanitari, ASL Roma 1, Roma, Italia **2** UOSD Fisica Sanitaria, ASL Roma 1, Roma, Italia **3** UOC Radioterapia, ASL Roma 1, Roma, Italia

2° Congresso nazionale AITeRTC, Parma 10-11 ottobre 2025

BACKGROUND

La TC di simulazione radioterapica (**TC-RT**), a differenza della TC a uso diagnostico (**TC-DG**) richiede elevata definizione anatomica, precisa geometria del paziente e riproducibilità del posizionamento per la pianificazione terapeutica. La maggiore apertura del gantry ~85 cm, necessaria per l'utilizzo dei sistemi di immobilizzazione (**SIR**), comporta un incremento di dose ~30%* per la diversa geometria fuoco–rivelatori (**DFR**). L'uso di algoritmi di Ricostruzione Iterariva (**IR**) e di sistemi di modulazione automatica della corrente anodica (**ATCM**) consente di bilanciare qualità d'immagine e dose anche nella suite simulativa.

MATERIALI e METODI

- **CAMPIONE**
  - Analisi dei protocolli TC della UOC Radioterapia del P.O. San Filippo Neri (Roma)
- **CONTESTO OPERATIVO**
  - Confronto dei parametri di ricostruzione e dei valori di **$CTDI_{vol}$** tra **TC-RT** e **TC-DG**
- **STUDIO RETROSPETTIVO DI 3 CASI CLINICI:**

1. Paziente con carcinoma mammella dx → confronto TC torace basale diagnostica vs TC di centraggio; **SIR: Breast-Board**
2. Paziente con carcinoma prostatico → lipoma retroperitoneale a livello del muscolo quadrato dei lombi sn; **SIR: ProSTEP**
3. Paziente con lesione apicale del lobo superiore dx polmone → acquisizione multifasica; **SIR: Wing-Board**

- **TECNOLOGIE IMPIEGATE**
  - **TC-RT:** Big Bore 16-slice (gantry 85 cm) + **IR** – **TC-DG:** 64-slice + **MB-IR**
  - Sistemi **ATCM**, gating retrospettivo respiratorio per teniche **Breath-Hold**

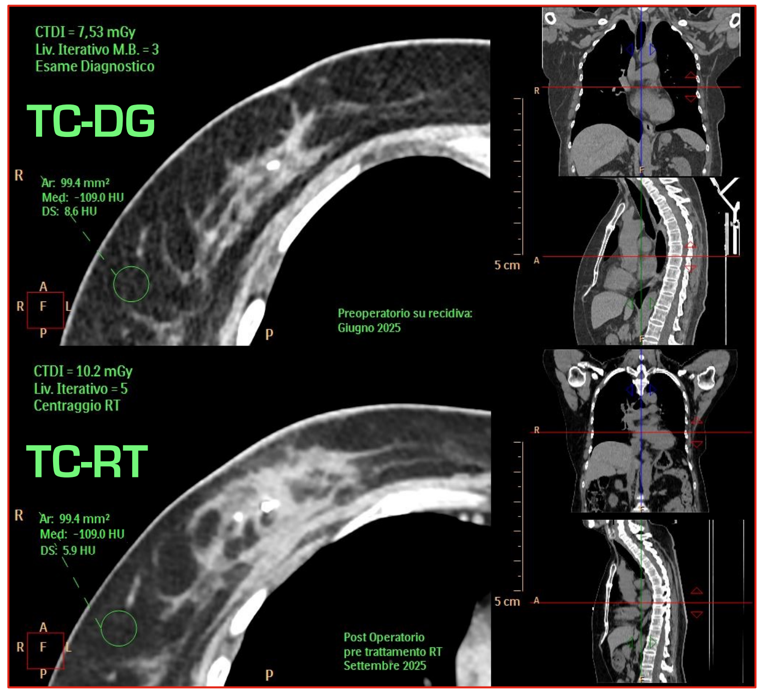
PARAMETRO	TC-DG	TC-RT
Obiettivo	Diagnosi	Riproducibilità posizionamento, elevata definizione anatomica
Gantry	~70 cm	~85 cm per utilizzo SIR
Lettino porta-pz	Progettato per comfort del paziente	Flat-top couch, identico a quello del LINAC
FOV	SFOV/DFOV contenuti	DFOV/SFOV estesi (↓ risoluzione spaziale)
Tempo di rotazione del tubo	0.5-0.8 s	1.0 s
Pitch	Medio/Elevato	Ridotto
ATCM	Attivo	Attivo
Algoritmo IR	Attivo	Attivo
$CTDI_{vol}$	15 mGy torace, 18 mGy addome+pelvi**	Superiore in assenza di ATCM e IR* (maggiore DFR, mAs non adattati al BMI)
Tecnologie avanzate	Gating cardiaco	Gating respiratorio

Sanderud et al., 2016

*** Valori LDR nazionali riportati nel Rapporto ISTISAN 20/22*

****Solomon et al., 2016; Willemink et al., 2019*

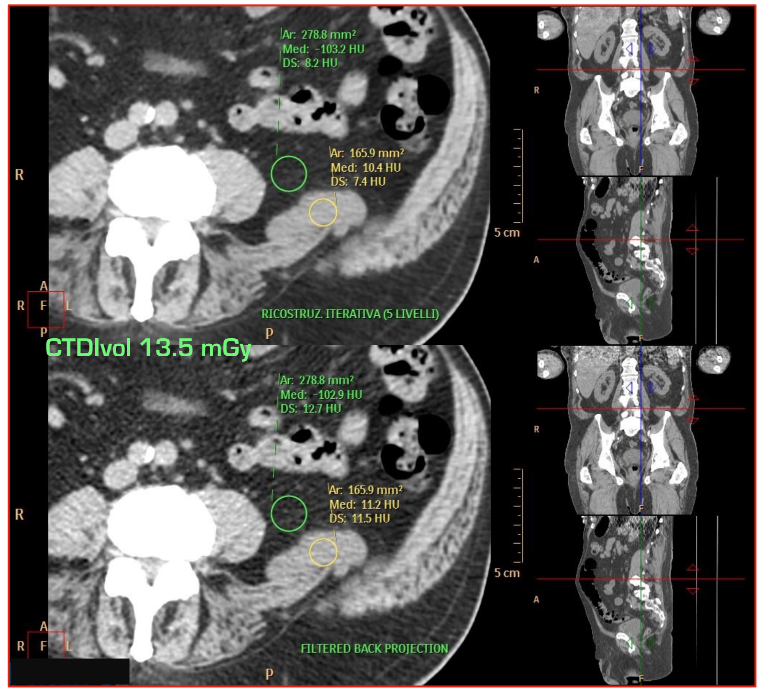
RISULTATI



CASO CLINICO 1
ROI su adipe nelle scansioni basali del torace (LDR🇮🇹: 15 mGy)

- In **TC-DG**, l'uso di **MB-IR** consente di ottenere un esame con dose contenuta (**7.53 mGy**), ma con maggiore rumore, quantificato tramite Deviazione Standard (**DS 8.6 HU**) in ROI su tessuto omogeneo (adipe).
- In **TC-RT**, la necessità di ridurre artefatti e migliorare la risoluzione di contrasto per un accurato contornamento delle lesioni richiede l'accettazione di un valore di **CTDIvol** leggermente superiore (**10.2 mGy**), con conseguente riduzione del rumore (**DS 5.9 HU**).

Nota metodologica: la deviazione standard (DS) è il parametro utilizzato per misurare e confrontare il rumore in un'immagine di tessuto omogeneo; un valore elevato di DS corrisponde a un aumento del rumore, con maggiore disomogeneità visibile in una struttura che dovrebbe risultare uniforme

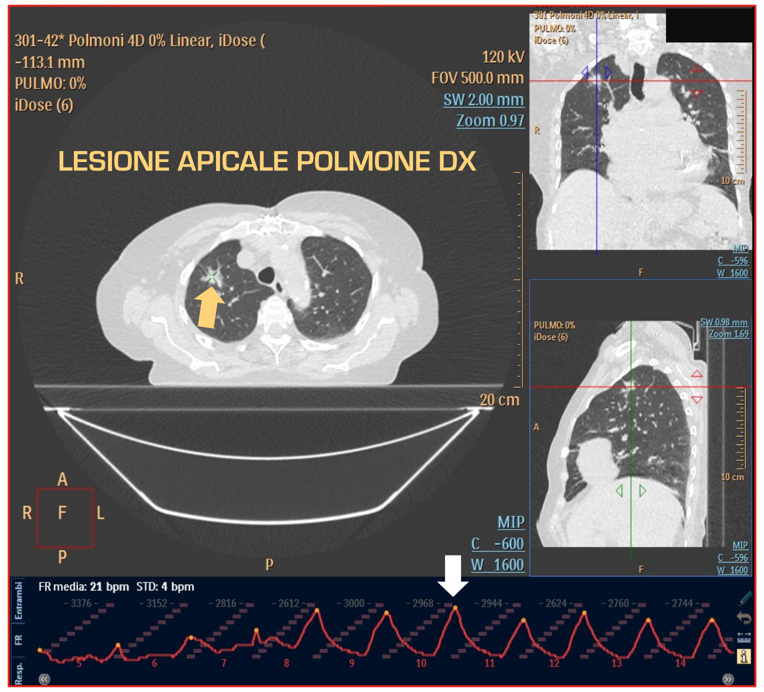


CASO CLINICO 2
TC-RT addome–pelvi: $CTDI_{vol}$ 13.5 mGy (LDR🇮🇹: 18 mGy)

- A parità di dose, l'impiego di **IR** consente di ottenere immagini con risoluzione spaziale e di contrasto adeguate per la **contornazione RT**. Nell'immagine è mostrato il confronto tra due ROI: **verde** su tessuto adiposo e **gialla** su lipoma retroperitoneale.

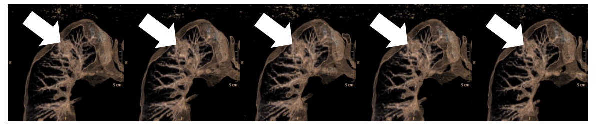
RICOSTRUZIONE	DS ROI Verde (adipe)	DS ROI Gialla (lesione)
FBP (senza IR)	12.7 HU	11.5 HU
IR	8.2 HU	7.4 HU

*In assenza di IR si possono ottenere risultati analoghi, ma solo con un incremento della dose: fino al 40% in più per il distretto addominale e fino al 70% per il torace****



CASO CLINICO 3
Lesione polmonare apicale dx 🫁

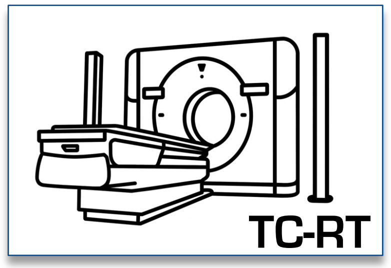
- Il sistema ricostruisce l'intero volume acquisito in diversi momenti del ciclo respiratorio, dagli apici alle basi, consentendo la visualizzazione cinetica delle strutture senza artefatti da movimento.
- La rappresentazione dinamica migliora la definizione del target e l'ottimizzazione dei campi di trattamento, considerando lo spostamento della lesione con il respiro.

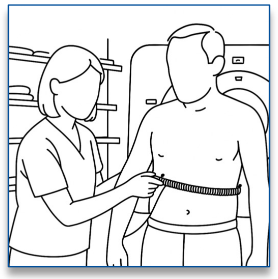


Ricostruzione 4D

Tomografi dedicati o condivisi con la radiologia

Ampio FOV di acquisizione (almeno fino a 60)





Utilizzo di laser esterni di centraggio

Acquisizioni 4D-CT

CONCLUSIONI

La **TC-RT** garantisce un posizionamento corretto e riproducibile del paziente, requisito essenziale per lo sviluppo accurato del piano di trattamento. L'integrazione di algoritmi **IR** e di sistemi **ATCM** permette di ottimizzare la dose radiante, pur in presenza di alcune limitazioni rispetto alla **TC-DG**. Il **TSRM** ha un ruolo centrale nel **workflow di simulazione RT**, che si traduce in outcome clinici più efficaci e in una maggiore radioprotezione del paziente

LEARNING POINTS: RUOLO del TSRM in TC-RT

- ✓ **Applicare protocolli patient-size adapted anche in simulazione RT**
- ✓ **Valutare i parametri di acquisizione in relazione al distretto anatomico e al BMI del paziente**
- ✓ **Usare IR/ATCM per ottimizzare la dose mantenendo la qualità per delineazione target**

Radioterapia

BIBLIOGRAFIA - Aird EG, Conway J. CT simulation for radiotherapy treatment planning. Br J Radiol. 2002 Dec;75(900):937-49. doi: 10.1259/bjr.75.900.750937. PMID: 12515702. - Davis AT, Palmer AL, Nisbet A. Can CT scan protocols used for radiotherapy treatment planning be adjusted to optimize image quality and patient dose? A systematic review. Br J Radiol. 2017 Aug;90(1076):20160406. doi: 10.1259/bjr.20160406. Epub 2017 May 23. PMID: 28452568; PMCID: PMC5603945. - Hubbard P, Callahan J, Cramb J, Budd R, Kron T. Audit of radiation dose delivered in time-resolved four-dimensional computed tomography in a radiotherapy department. J Med Imaging Radiat Oncol. 2015 Jun;59(3):346-52. doi: 10.1111/1754-9485.12284. Epub 2015 Mar 2. PMID: 25728211. - Li H, Dolly S, Chen HC, Anastasio MA, Low DA, Li HH, Michalski JM, Thorstad WL, Gay H, Mutic S. A comparative study based on image quality and clinical task performance for CT reconstruction algorithms in radiotherapy. J Appl Clin Med Phys. 2016 Jul 8;17(4):377-390. doi: 10.1120/jacmp.v17i4.5763. PMID: 27455472; PMCID: PMC5690061. - Nguyen NT, Charron G, Blais D, Roberge D. Turn down the noise–a blinded evaluation of iterative image reconstruction in radiation therapy computed tomography simulation. Pract Radiat Oncol. 2015 Jul-Aug;5(4):e393-400. doi: 10.1016/j.prro.2014.12.006. Epub 2015 Feb 7. PMID: 25666989. - Noid G, Tai A, Chen GP, Robbins J, Li XA. Reducing radiation dose and enhancing imaging quality of 4DCT for radiation therapy using iterative reconstruction algorithms. Adv Radiat Oncol. 2017 Apr 22;2(3):515-521. doi: 10.1016/j.adro.2017.04.003. PMID: 29114620; PMCID: PMC5605285. - Sanderud, A. et al. Radiation dose differences between thoracic radiotherapy planning CT and thoracic diagnostic CT scans. Radiography, Volume 22, Issue 2, 107 – 111. Solomon J, Mileto A, Nelson RC, Roy Choudhury K, Samei E. Quantitative Features of Liver Lesions, Lung Nodules, and Renal Stones at Multi-Detector Row CT Examinations: Dependency on Radiation Dose and Reconstruction Algorithm. Radiology. 2016 Apr;279(1):185-94. doi: 10.1148/radiol.2015150892. Epub 2015 Dec 1. PMID: 26624973. Willemink MJ, Noël PB. The evolution of image reconstruction for CT-from filtered back projection to artificial intelligence. Eur Radiol. 2019 May;29(5):2185-2195. doi: 10.1007/s00330-018-5810-7. Epub 2018 Oct 30. PMID: 30377791; PMCID: PMC6443602.