



Associazione Italiana di Radioterapia Oncologica

Registrazione di immagini multimodale per l'identificazione
della lesione intraprostatica dominante in radioterapia
– Grant AIRC (IG 13218) –

*D. Ciardo, B.A. Jereczek-Fossa, D. Zerini, G. Petralia,
R. Cambria, E. Rondi, F. Cattani, R. Ricotti, C. Fodor, G. Baroni, R. Orecchia*

**XXIV Congresso Nazionale A.I.R.O.,
Associazione Italiana Radioterapia Oncologica**

Padova, 8 novembre 2014



Progetto AIRC - IGI3218

P.I.: Prof. Roberto Orecchia, Dott.ssa Barbara A. Jereczek

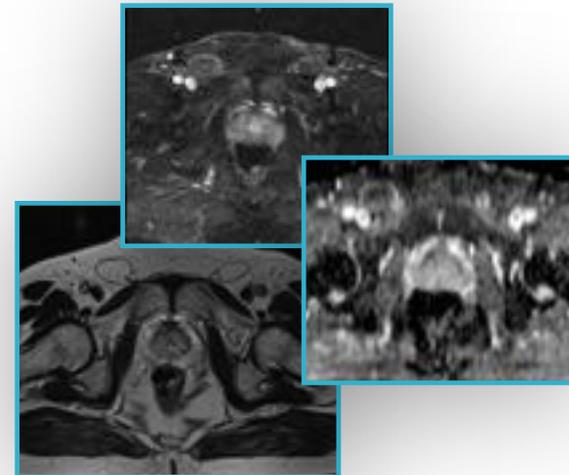
“Studio clinico di fase II su uno schema di trattamento ipofrazionato di alta precisione per il tumore prostatico in fase iniziale”

Indicazione:

- ✓ Diagnosi istologica di adenocarcinoma prostatico localizzato
- ✓ Non precedente radioterapia o terapia ormonale
- ✓ Categoria di rischio NCCN molto bassa, bassa o intermedia
- ✓ Linfonodi negativi, M0

Frazionamento:

- 5 frazioni
- 7.25 Gy/frazione per la prostata
- Boost 7.5-9 Gy/frazione per la DIL



Perché registrare immagini?

- **Raggruppare in un'unica immagine informazioni diverse**
- Rendere possibile la sovrapposizione e/o il confronto delle caratteristiche corrispondenti
- Sovrapporre/confrontare il piano pre-operatorio con la situazione intra-operatoria
- Determinare deviazioni geometriche (es. posizione paziente) rispetto al piano
- Studi longitudinali
- Modeling di popolazioni e atlanti statistici
- ...

J. Radiat. Res., 52, 782–788 (2011)

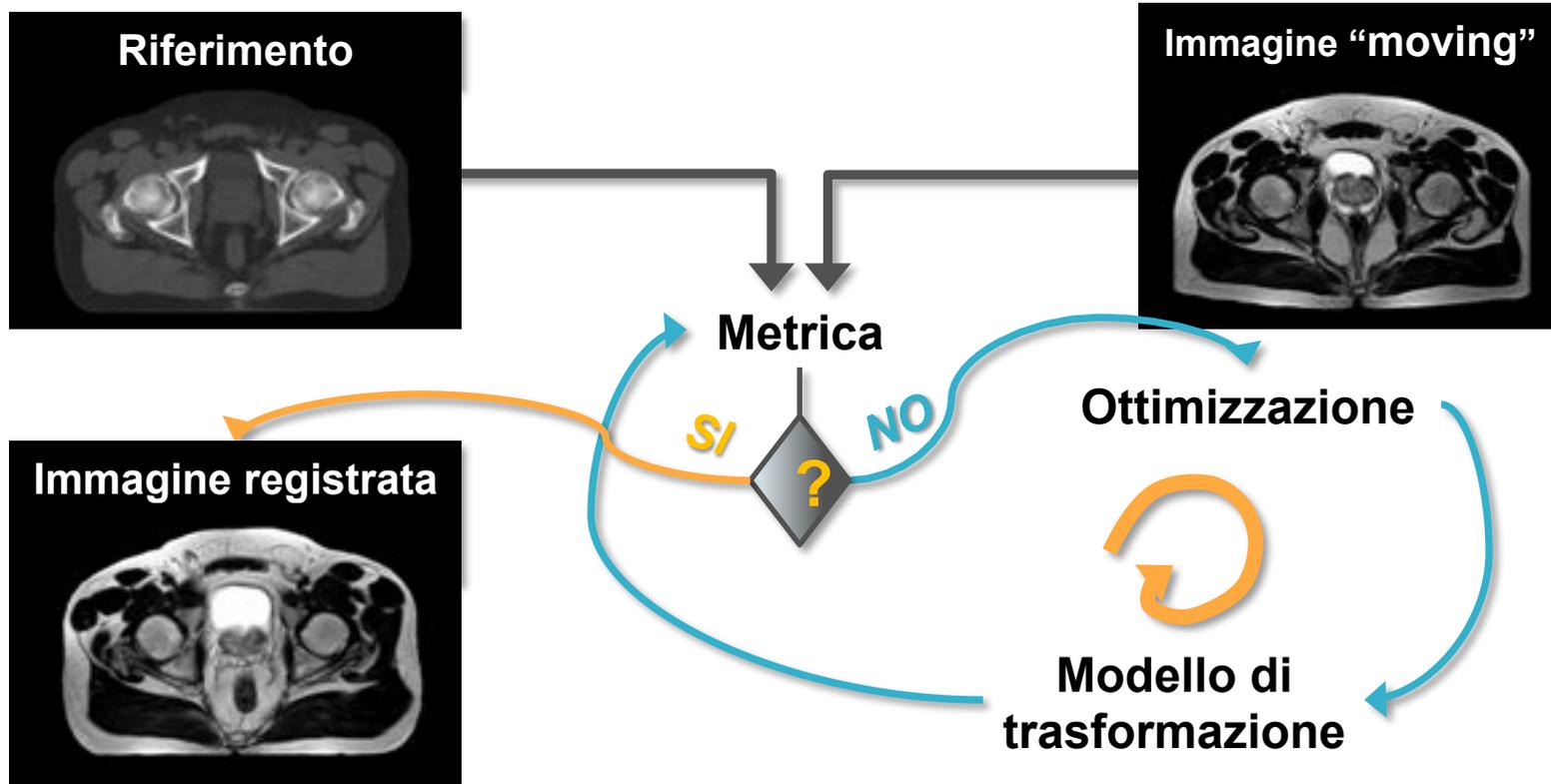
Usefulness of CT-MRI Fusion in Radiotherapy Planning for Localized Prostate Cancer

Hidekazu TANAKA^{1*}, Shinya HAYASHI¹, Kazuhiro OHTAKARA¹,
Hiroaki HOSHI¹ and Takayoshi IIDA²

Prostate cancer/Radiotherapy/CT-MRI fusion.

We compared the prostate volumes and rectal doses calculated by CT and CT-MRI fusion, and verified the usefulness of CT-MRI fusion in three-dimensional (3D) radiotherapy planning for localized prostate cancer. Three observers contoured the prostate and rectum of 13 patients with CT and CT-MRI fusion. Prostate delineations were classified into three sub-parts, and the volumes and distances to the rectum (PR distance) were calculated. 3D radiotherapy plans were generated. A dose-volume histogram (DVH) was constructed for the rectum. The intermodality and interobserver variations were assessed. CT-MRI fusion yielded a significantly lower prostate volume by 31%. In the sub-part analysis, the greatest difference was seen for the apical side. The PR distance was significantly extended by 3.5-mm, and the greatest difference was seen for the basal side. The irradiated rectal volume was reduced in the CT-MRI fusion-based plan. The reduction rates were greater in the relatively high-dose regions. The decrease of the prostate volume and length alteration of the distance between the prostate and rectum were correlated with the decrease of the irradiated rectal volume. The prostate volume delineated by CT-MRI fusion was negatively correlated with the decrease of the irradiated rectal volume. CT showed a tendency towards overestimation of the prostate volume and underestimation of the PR distance as compared to CT-MRI fusion. The rectal dose was significantly reduced in CT-MRI fusion-based plan. Using CT-MRI fusion, especially in cases with a small prostate, the irradiated rectal volume can be reduced, with consequent reduction in rectal complications.

La registrazione multimodale



Rigida: le distanze relative tra 2 punti dell'immagine non cambiano

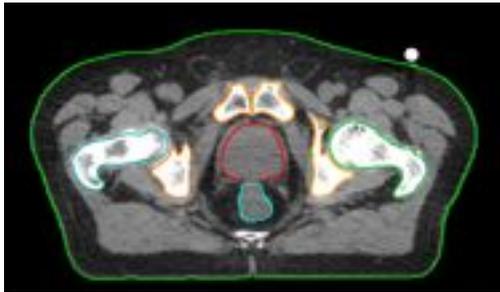
Deformabile: le distanze relative tra 2 punti dell'immagine possono cambiare

Monomodale: gli ingressi sono dello stesso tipo

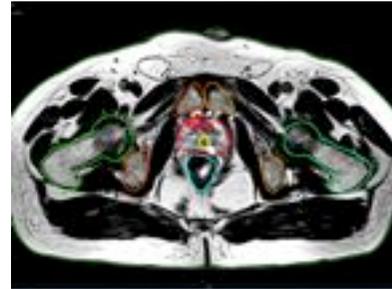
Multimodale: gli ingressi derivano da modalità di imaging diverse

Il metodo

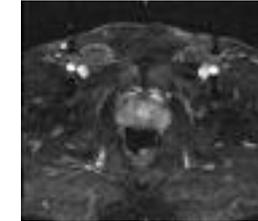
CT pianificazione



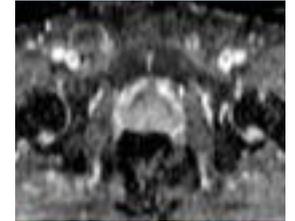
mpMRI diagnostica



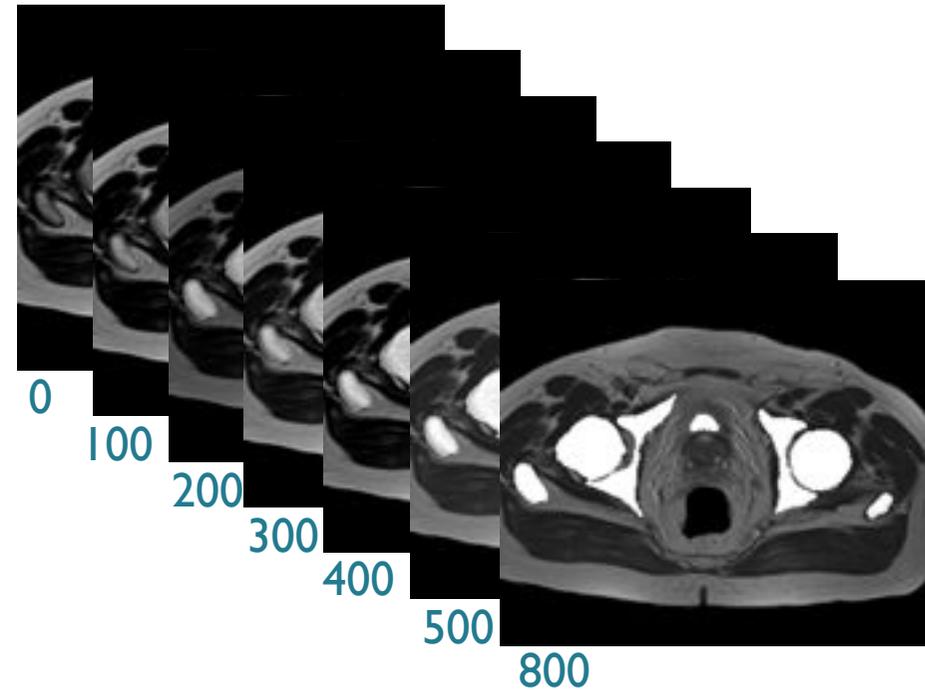
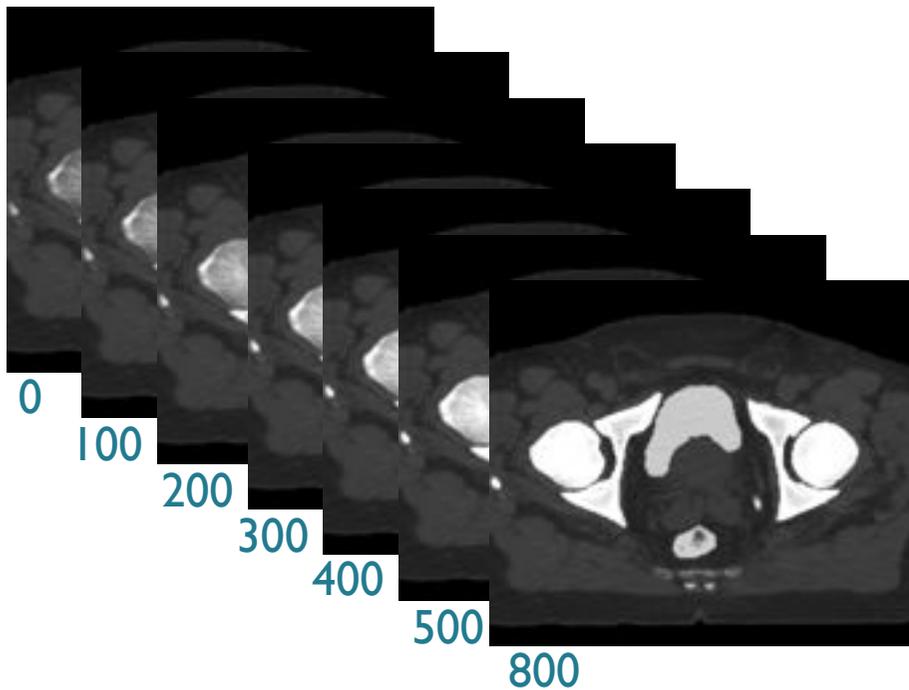
T2- weighted



Dynamic contrast enhanced (DCE)



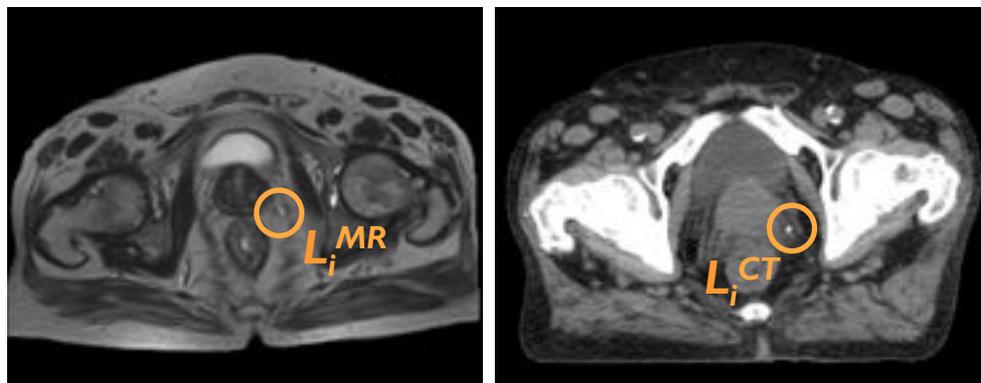
Apparent diffusion coefficient (ADC)



La validazione del metodo

1) Target Registration Error

$$TRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |VF(L_i^{CT}) - L_i^{MR}|$$



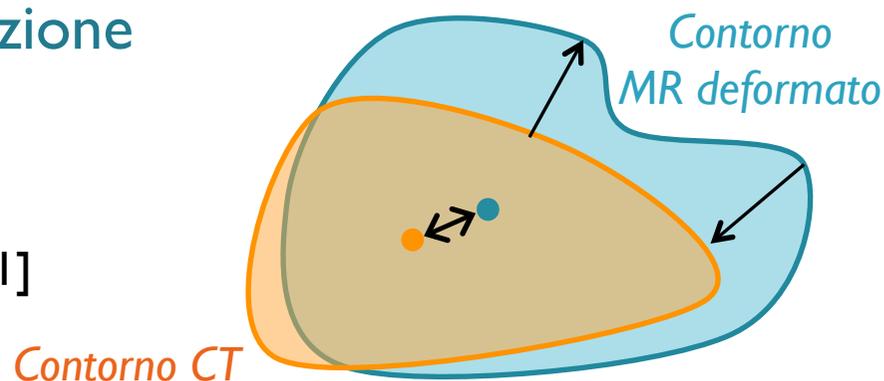
2) Mutua Informazione normalizzata

$$NMI(A, B) = \frac{H(A)+H(B)}{H(A,B)}$$

$$\Delta NMI = \frac{NMI(CT, MR_{def}) - NMI(CT, MR_{rig})}{NMI(CT, MR_{rig})} * 100$$

3) Parametri relativi alla segmentazione

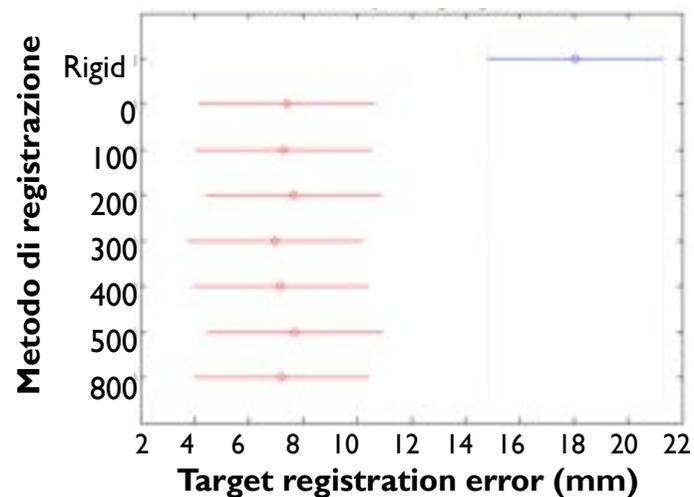
- Distanza dei centri di massa
- Distanza media tra i contorni
- Sovrapposizione dei volumi [Dice: 0-1]



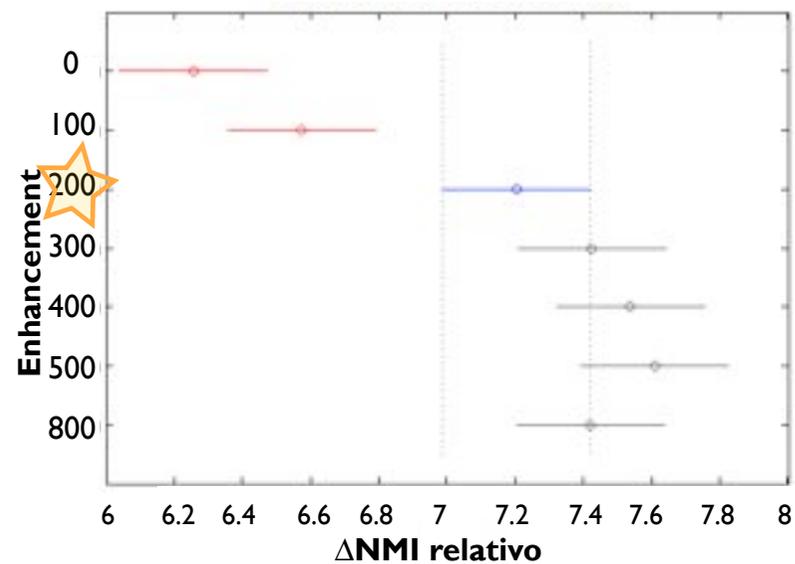
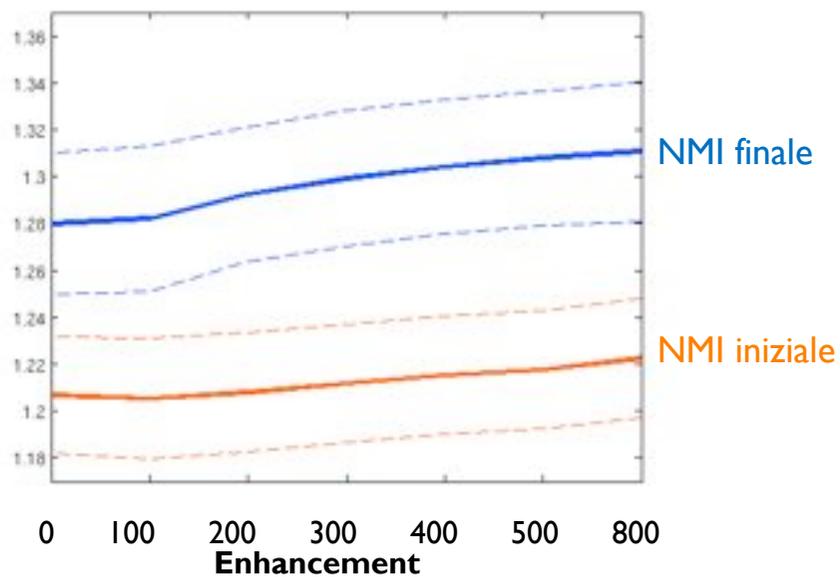
Risultati (I)

1) $TRE_{rigid} = 18.04 \text{ mm} \pm 22.44 \text{ mm}$

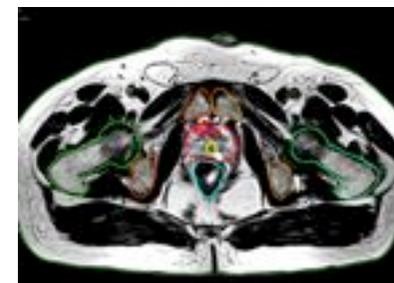
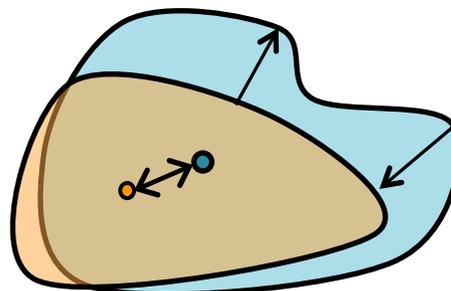
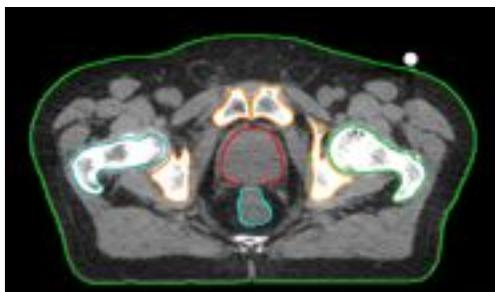
$TRE_{deform} = 7.33 \text{ mm} \pm 3.91 \text{ mm}$



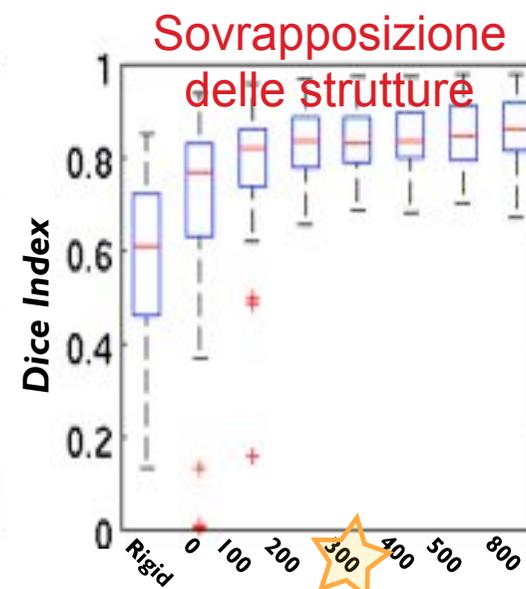
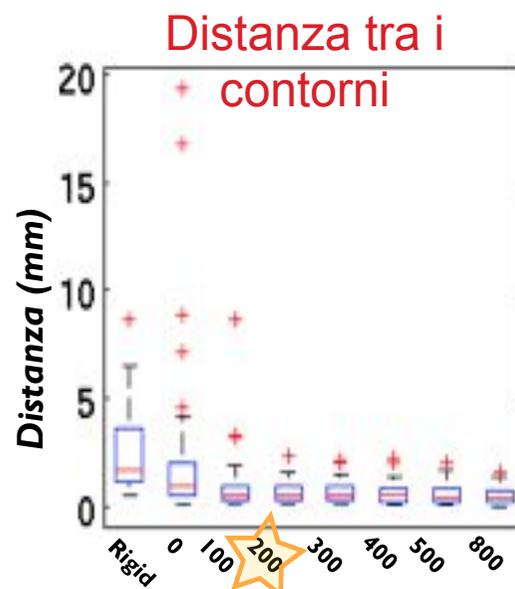
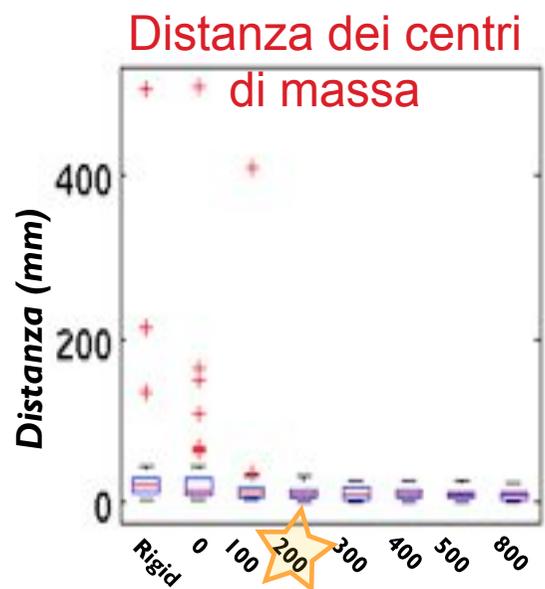
2) ΔNMI



Risultati (2)

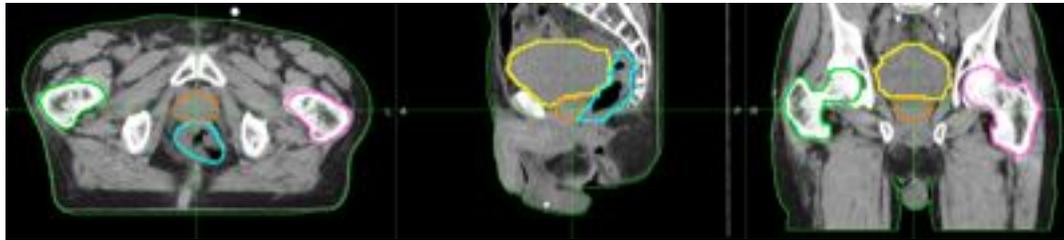


Considerando tutte le strutture segmentate



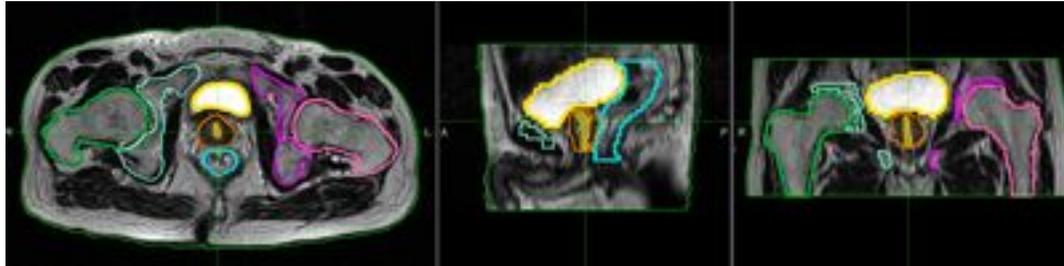
Risultati (3)

Immagine di riferimento



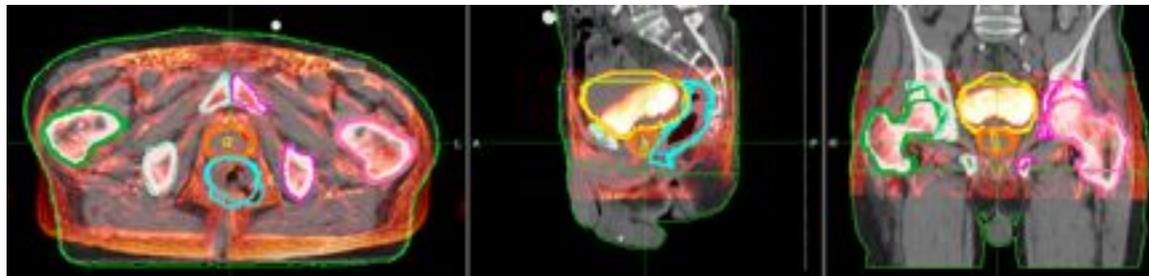
CT pianificazione

Immagine da registrare

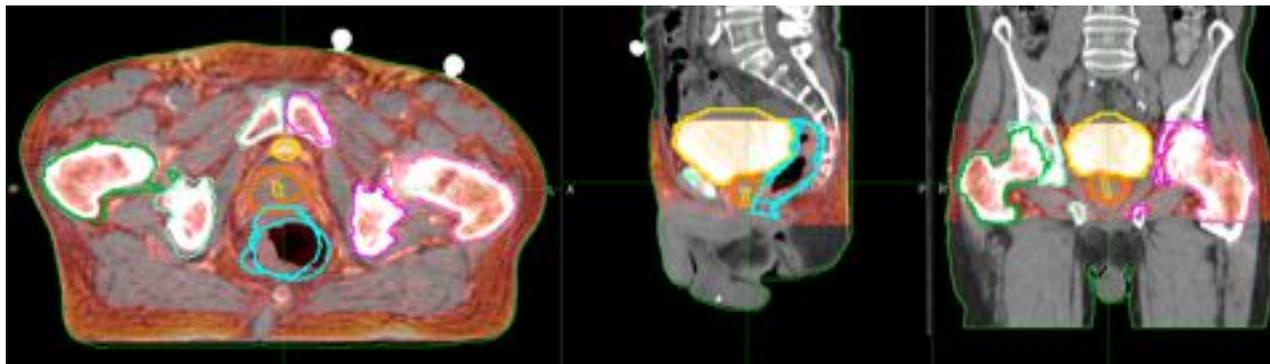


MR diagnostica

Registrazione rigida



Registrazione non-rigida



Ritornando alla pratica clinica...

Studio in silico di piani di cura rivali ottenuti con tecnica VMAT-RapidArc, IMRT-Vero e proton-RT per uno schema di ipofrazionamento per il trattamento del carcinoma prostatico a basso rischio (Grant AIRC - IG 13218)

D. Ciardo¹, B. Vischioni², B.A. Jereczek-Fossa^{1,3}, F. Parisini⁴, S. Comi⁵, S. Molinelli⁵, F. Cattani⁵, R. Cambra⁵, E. Rondri⁵, S. Vigorito⁵, C. Fodori⁵, G. Petralia⁵, P. Fossati^{1,2,3}, D. Zerini⁵, F. Valvo⁵, R. Orecchia^{1,2,3}

- 1 - Divisione di Radioterapia, Istituto Europeo di Oncologia, Milano
- 2 - Centro Nazionale Adroterapia Oncologica (CNAO), Pavia
- 3 - Università degli Studi di Milano, Milano
- 4 - Servizio di Piena Sanitaria, Istituto Europeo di Oncologia, Milano
- 5 - Divisione di Radiologia, Istituto Europeo di Oncologia, Milano

SCOPO

Valutazione della dosimetria di piani di cura comparativi per uno schema di ipofrazionamento per il trattamento del carcinoma alla prostata a basso rischio (Grant AIRC - IG 13218, fase in silico).

RISULTATI

Considerando l'isodose D95%, la copertura mediana del target è pari al 93.5% con RapidArc e Vero e al 93.8% con Syngo-TPS. La copertura mediana della DIL è pari al 96.8%, 97.6% e 98.8% con RapidArc, Vero e Syngo-TPS, rispettivamente. Il constraint sulla dose massima per la parete posteriore del retto è soddisfatto in 0, 3 e 4 casi su 9 pazienti, e quello per la parete posteriore del canale anale in 1, 5 e 6 pazienti su 9 con RapidArc, Vero, Syngo-TPS rispettivamente. È stata ottenuta una maggiore omogeneità con RapidArc e Vero, mentre la conformità della dose è paragonabile per i tre sistemi. Un gradient score index significativamente migliore è stato ottenuto per i piani realizzati con Syngo-TPS.

MATERIALI E METODI

Sono state utilizzate le CT di pianificazione e le risonanze magnetiche multi-parametriche (mpRM) di nove pazienti con adenocarcinoma prostatico categoria NCCN basso rischio precedentemente trattati presso l'Istituto Europeo di Oncologia (IEO) di Milano. Le linee guida di contouring e pianificazione sono state concordate tra l'IEO e il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO) di Pavia. I piani di trattamento comparativi sono stati realizzati con tecniche di VMAT (RapidArc), IMRT (Vero) e proton-terapia (Syngo-TPS). Lo schema di radioterapia proposto prevede una dose totale di 36.25 Gy in 5 frazioni a tutta la prostata (7.25 Gy/frazione) e boost simultaneo di 37.5 Gy (7.5 Gy/frazione) alla Lesione Intraepitelmiale Dominante (DIL) identificata sull'imaging mpRM. Sono stati calcolati, raccolti e comparati i DVH del CTV, PTV, DIL e organi a rischio e i parametri di omogeneità, conformità e gradiente della distribuzione della dose. Il confronto dosimetrico è stato effettuato al fine di definire la tecnica che offre la massima copertura del target con la minima dose agli organi a rischio circostanti.

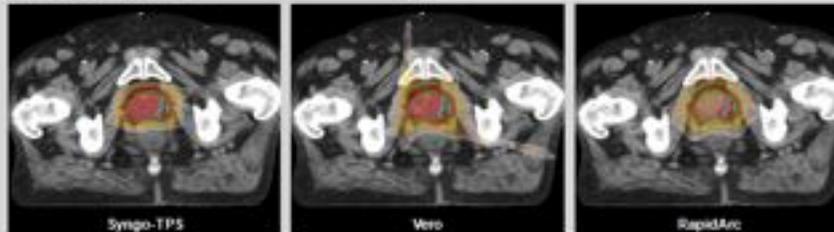


Figura. Un esempio di distribuzione di dose ottenuta con il sistema Syngo-TPS, Vero e RapidArc. Il contorno della prostata e i rapporti d'organi a rischio sono rappresentati in bianco. Le isodose del 10%, 20%, 25% della dose di prescrizione sono rappresentate in giallo, verde e rosso, rispettivamente.

CONCLUSIONI

I dati preliminari dello studio sono a favore di una sostanziale equivalenza delle tre tecniche utilizzate per la pianificazione del trattamento del carcinoma prostatico. Ulteriori dati relativi al tempo di trattamento verranno tenuti in considerazione. È prevista inoltre l'inclusione di piani di trattamento realizzati con CyberKnife.

Acknowledgment

Questo studio è supportato da un grant AIRC (Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro).





Associazione Italiana di Radioterapia Oncologica

**XXIV Congresso Nazionale A.I.R.O.,
Associazione Italiana Radioterapia Oncologica**

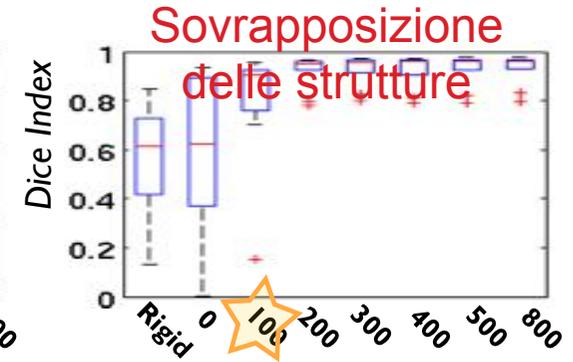
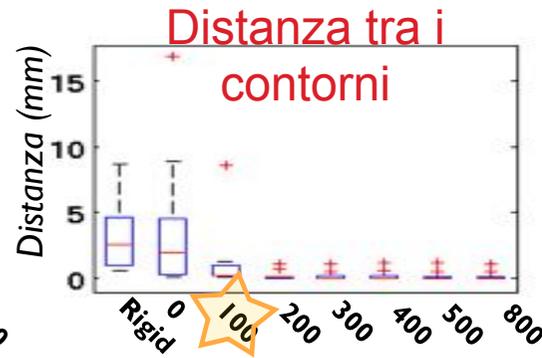
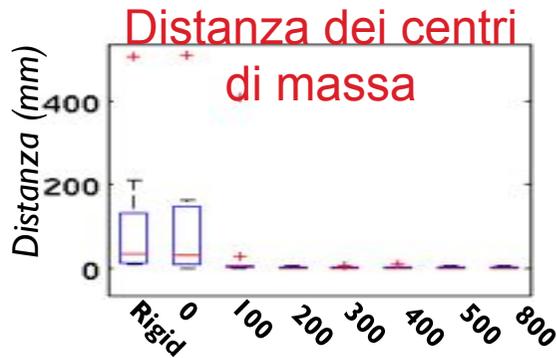
Padova, 8 novembre 2014

Grazie per l'attenzione!

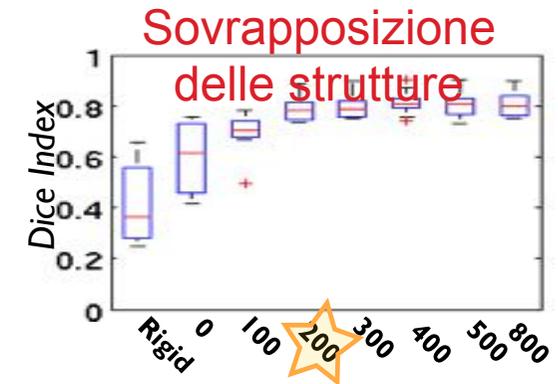
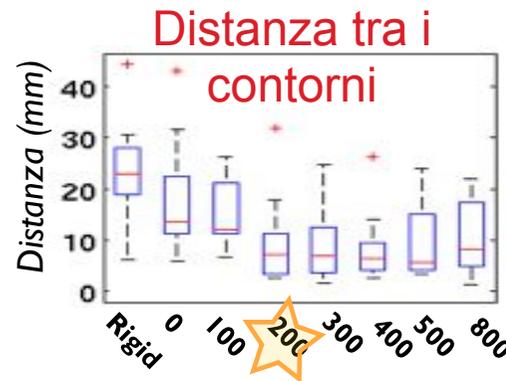
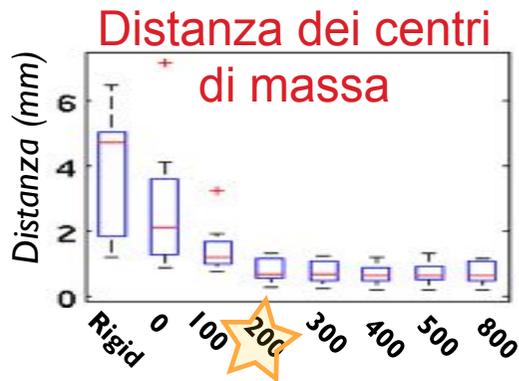


Risultati (2)

Vescica



Retto



Prostata

