

NEOPLASIE POLMONARI: PROBLEMI RELATIVI ALL' IMMOBILIZZAZIONE

Dr. G.FREZZA - U.O. Radioterapia

Dipartimento di Scienze Oncologiche

Ospedale Bellaria

AUSL Città di Bologna

RADIATION THERAPY IN EARLY STAGE LUNG TUMORS

5 YEARS SURVIVAL AFTER IF RT (CT based plans); T1-T2 N0

● Noordijk, 1988	50	60 Gy/20 Fx	16%
● Krol, 1996	108	65 Gy/26 Fx	15%
● Cheung,2000	102	52.5 Gy/20 Fx	16%
● Lagerwaard,2002	113	66 Gy/33 Fx	12%
● Gauden, 2001	347	50 Gy/20 Fx	24%
● Morita,1997	149	55 Gy/22 Fx 74 Gy/37 Fx	22%

RADIATION THERAPY IN EARLY STAGE LUNG TUMORS

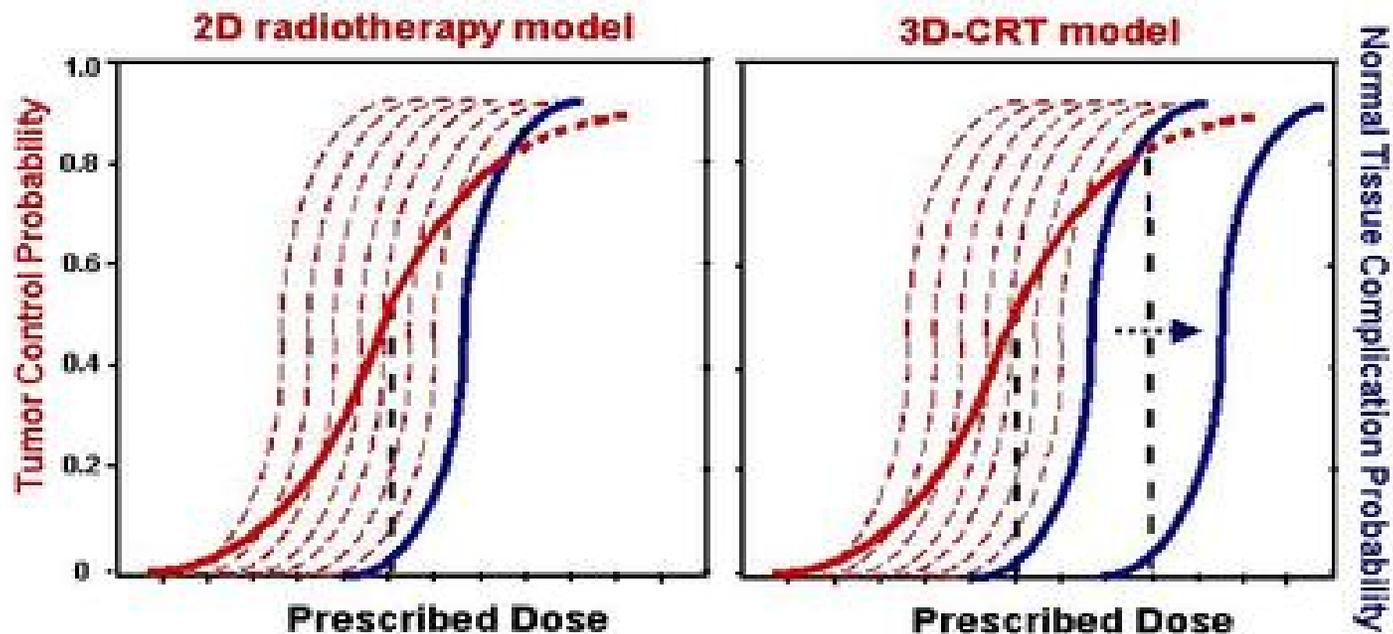
**LOCAL FAILURE RATE AFTER IF RT (CT based plans):
T1-T2 N0 pts**

Author	Total dose/days	LFER%
● Noordijk	60 Gy/47	70
● Cheung	52.5 Gy/26	41
● Morita	64.7 Gy/44	44

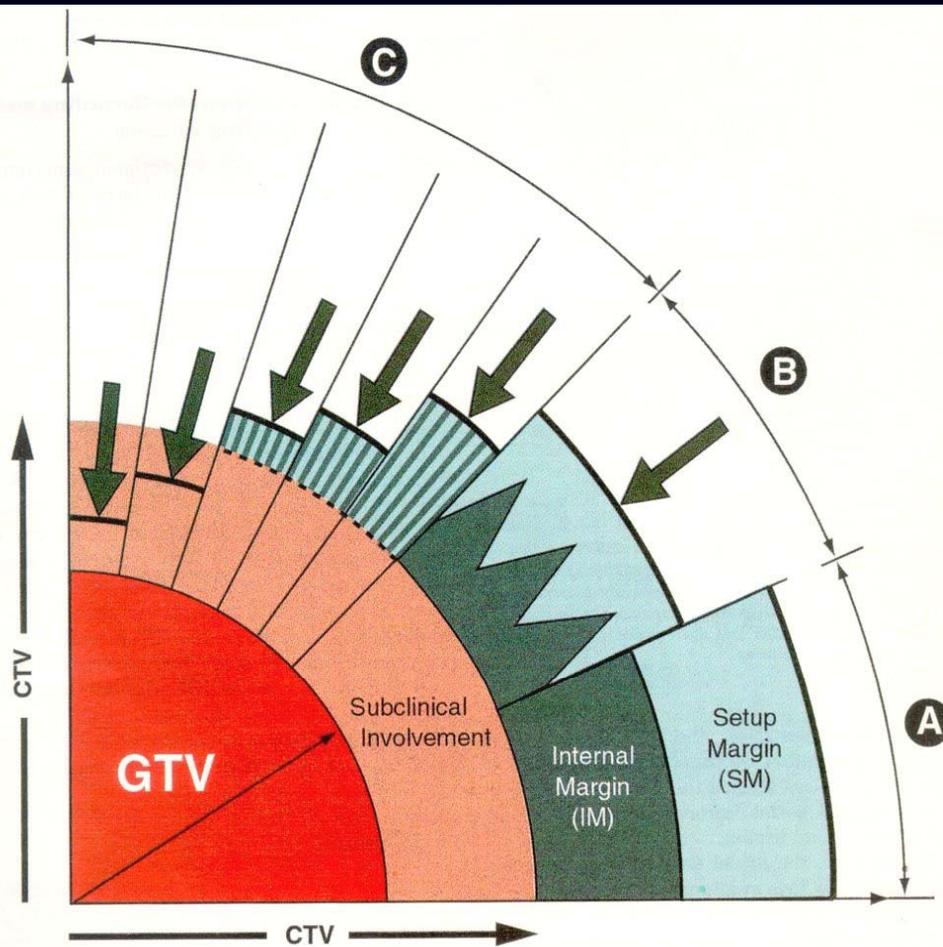
Causes of Local Failure with Conventional Radiation Therapy

- **Radiation resistance of tumor stem cells and clonogens to conventional dose levels of 60 to 70 Gy**
- **Dosimetric uncertainties - tumor dose estimated from selected 2D planar dose calculations**
- **Tumor dose restricted due to inclusion of large normal tissue safety margins to compensate for dosimetric uncertainties**

TCP/NTCP Model of Radiotherapy



CONFORMAL RADIOTHERAPY CAN REDUCE THE DOSE TO CRITICAL ORGANS SHIFTING NTCP CURVE TO THE RIGHT AND REDUCING THE RISK OF LATE COMPLICATIONS



The arrow illustrates the influence of the organs at risk on delineation of the PTV (thick, full line).



Gross Tumor Volume (GTV)



Subclinical Involvement



Internal Margin (IM)



Set Up Margin (SM)

Fig. 2.16. Schematic representations of the relations between the different volumes (GTV, CTV, PTV, and PRV) in different clinical scenarios.

The determination of internal margin and set up margin, and the presence of OAR in the proximity of the target contribute to determine the " safety margin " around the CTV

PTV (ICRU Report 62)

La distribuzione di dose all'interno del PTV viene rappresentata in maniera statica e non tiene conto delle incertezze di posizione, di dimensioni e della relazione tra fasci e sistema di coordinate. Se il margine del PTV non è adeguato alcuni tessuti, possono per parte del trattamento, essere più o meno compresi nel fascio terapeutico (sovra o sottodosaggi).

Internal Margin (IM)

CTV → ITV

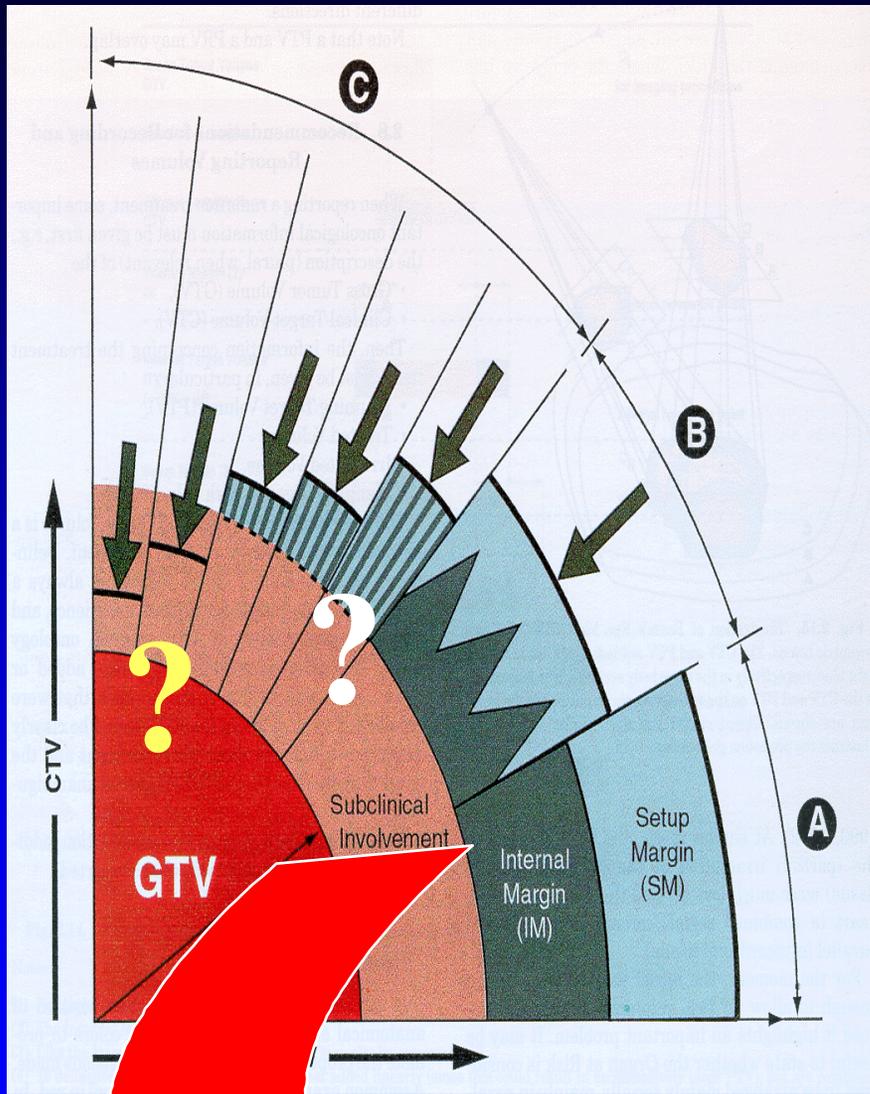
per compensare l'effetto di movimenti variazioni in dimensioni, forma e posizione degli organi e tessuti contenuti nel CTV durante il corso della terapia in relazione a un punto di riferimento interno: Internal Reference Point (IRP)

- variazioni interne principalmente di tipo fisiologico
- non possono essere facilmente controllate e non dipendono dalle incertezze esterne nella geometria dei fasci
- possono dipendere dal set-up quotidiano del paziente.

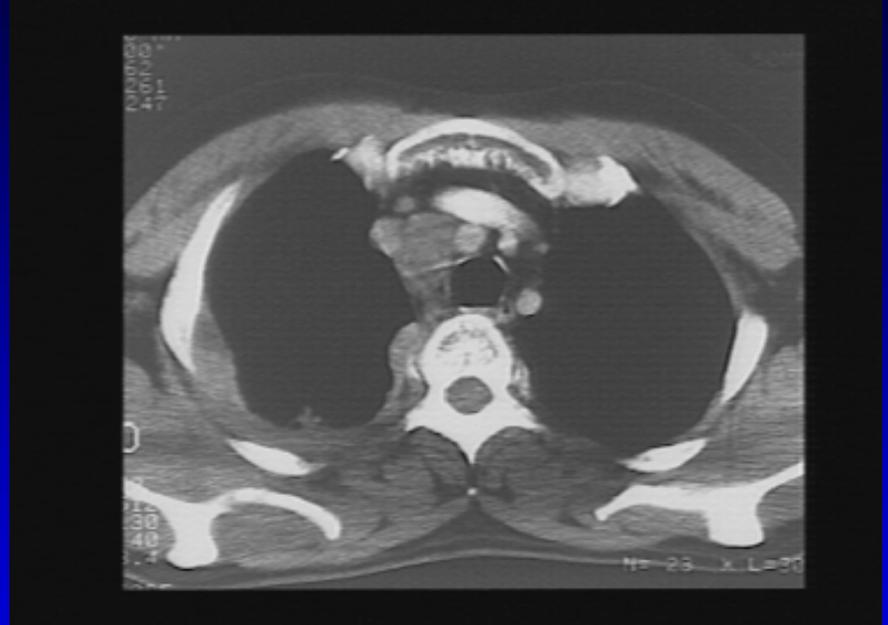
Set-Up Margin (SM)

per tenere in conto specificatamente delle incertezze (inaccuratezze e difetto di riproducibilità nel posizionamento del paziente e nell'allineamento dei fasci terapeutici durante la pianificazione del trattamento e durante tutte le sessioni del trattamento in relazione a un punto di riferimento esterno)

adapted from ICRU 62



Planning target volume PTV



RADIATION THERAPY IN LUNG TUMORS

CTV - PTV

- Allo scopo di ridurre il volume di tessuti sani irradiati, è indispensabile ridurre il “set-up margin” e l’“internal margin”.
- Vanno pertanto messe in atto strategie che consentono sia una maggiore riproducibilità del trattamento (riduzione del set up margin) che una riduzione dei movimenti respiratori, tanto nel corso dell’acquisizione delle immagini utilizzate per l’elaborazione del piano di trattamento (TC) che nel corso del trattamento stesso (riduzione dell’internal margin).

SET UP MARGIN

PROCESSO DI ANALISI

scopo:

- **comprendere l'effetto degli errori sistematici e casuali**
- **derivare i margini fra CTV e PTV**

Confronto delle IMMAGINI

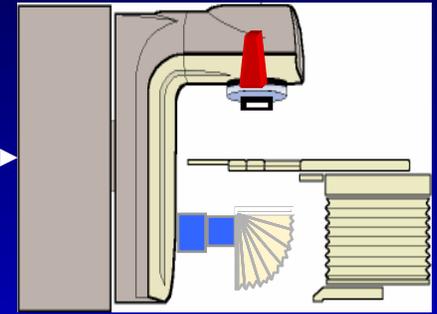
3D-Conformal



CT Unit



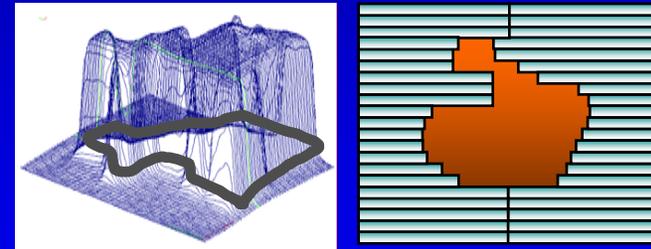
Plan Definition Virtual Simulation



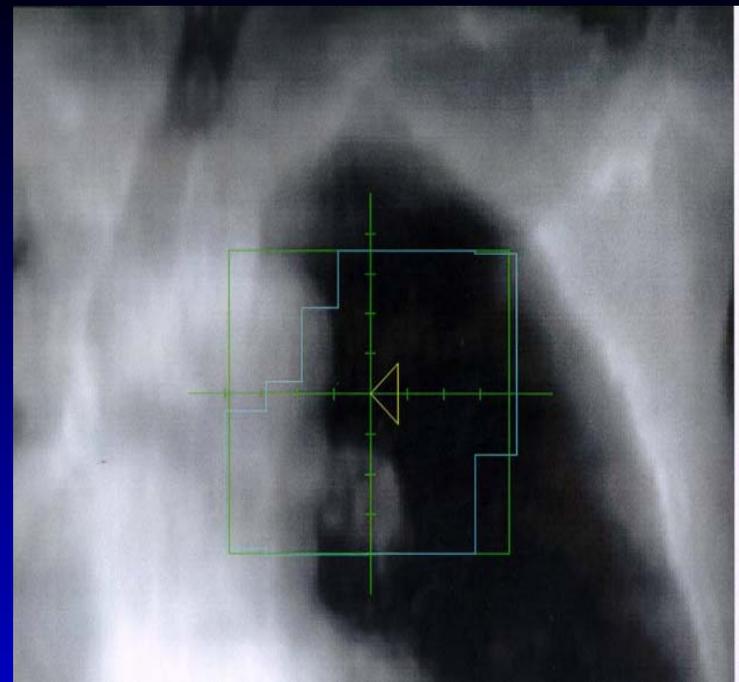
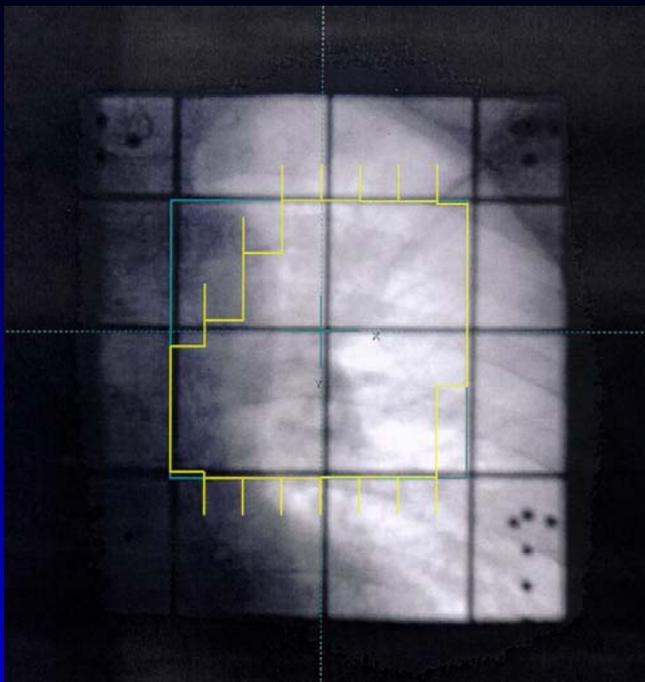
Verify & Treatment



- CTV & PTV Plan Definition
- Organ at Risk Definition
- Geometrical Set-Up Definition
- Portal Images Verification

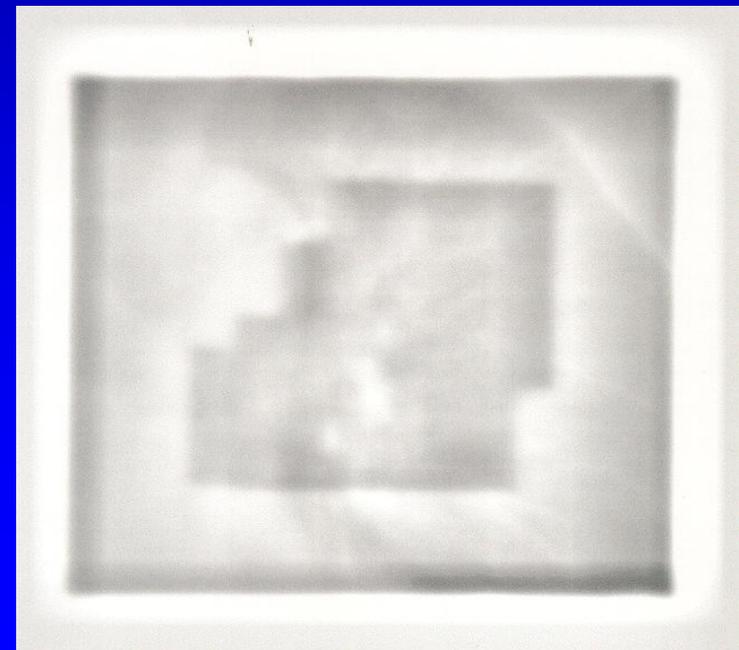


Portal Images Verification



Confronto tra
immagine portale e
immagine di
riferimento:

- ✓ Simulazione
- ✓ DRR



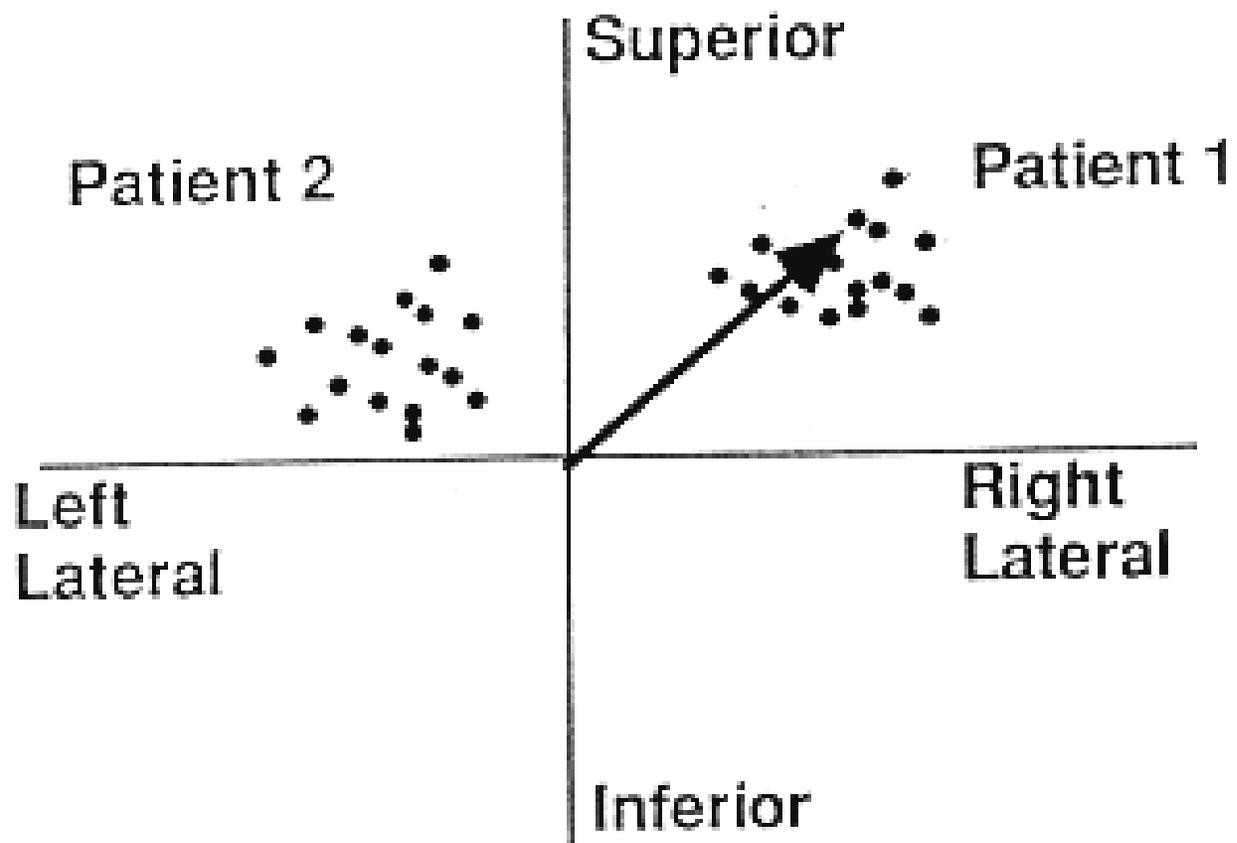


Figure 1. Random and systematic errors for two pa-

Risultati

(21 pazienti per 118 misurazioni)

I° Gruppo: T – bar
(11pz)

	C-C	lat	p-a
Errore sistematico (mm)	1.5 ± 3.5	0.3 ± 2.4	-1.1 ± 3.8
Errore random (mm)	2.1	2.1	2.3
Errore complessivo (mm)	3.7	2.8	3.7

II° Gruppo: cuscino a vuoto
d'aria (10 pz)

	C-C	lat	p-a
Errore sistematico (mm)	0.7 ± 3.8	0.0 ± 4.8	1.3 ± 5.9
Errore random (mm)	3.7	4.1	3.1
Errore complessivo (mm)	5.3	6.0	6.3

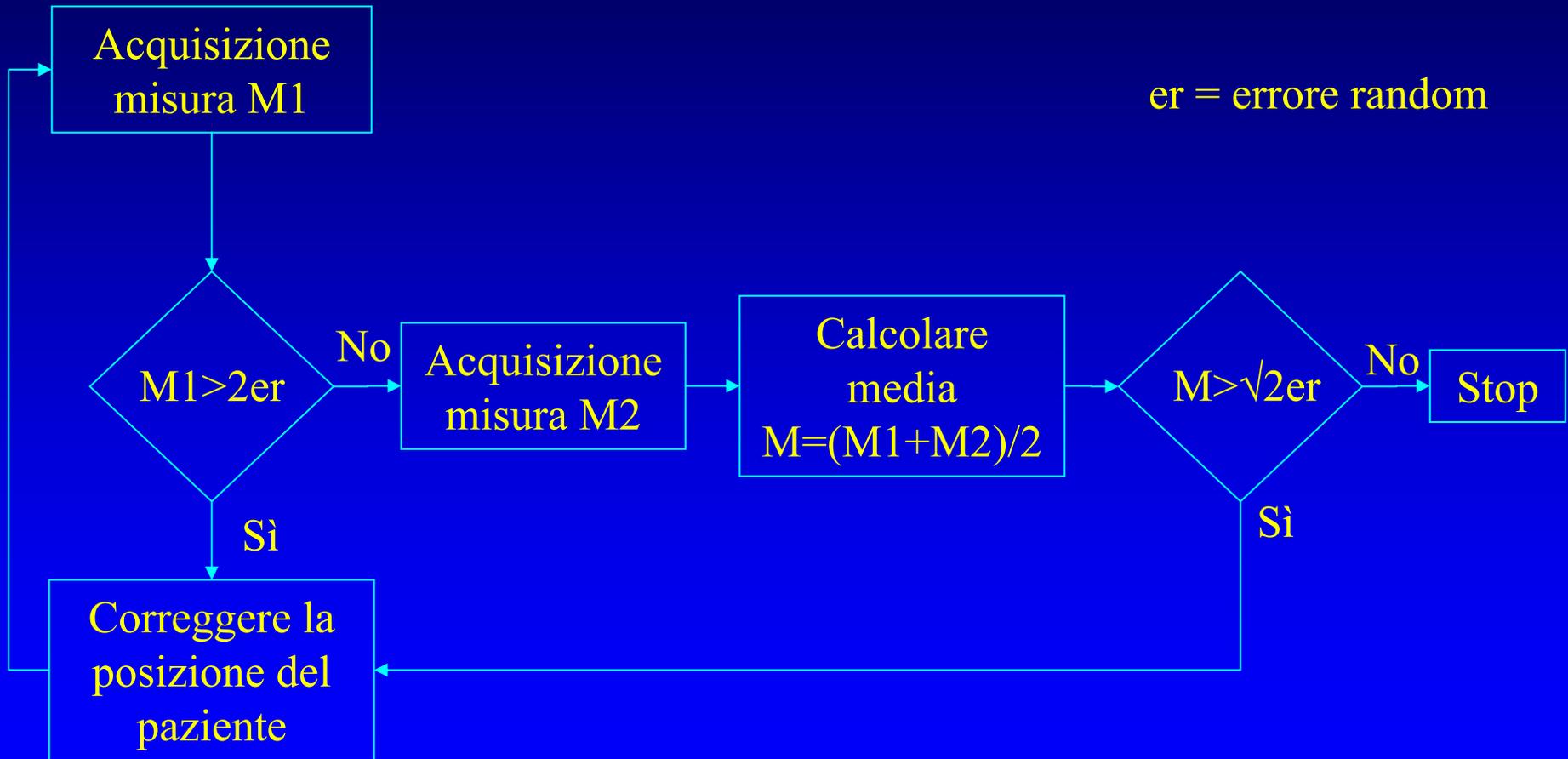
Conclusioni

- ✓ Non è stato rilevato un errore sistematico significativo nella tecnica di trattamento
- ✓ L'errore complessivo è inferiore per il sistema di immobilizzazione T bar
- ✓ Si è riscontrata una discreta probabilità di commettere un errore sistematico non trascurabile per il singolo paziente

Proposta

Introdurre un protocollo di intervento

Diagramma di flusso del protocollo di intervento



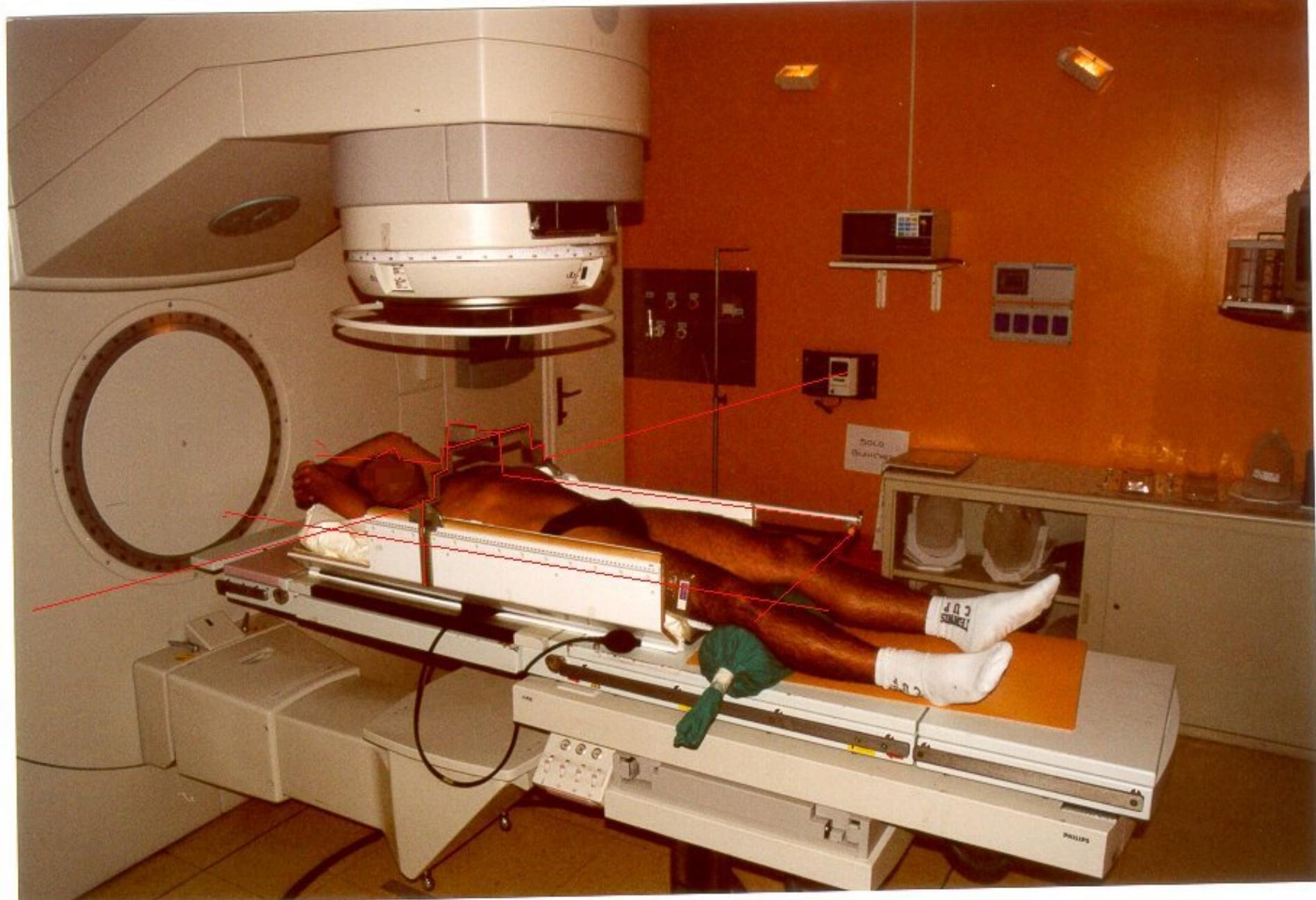
Numero medio di misure previste per paziente: 3.2

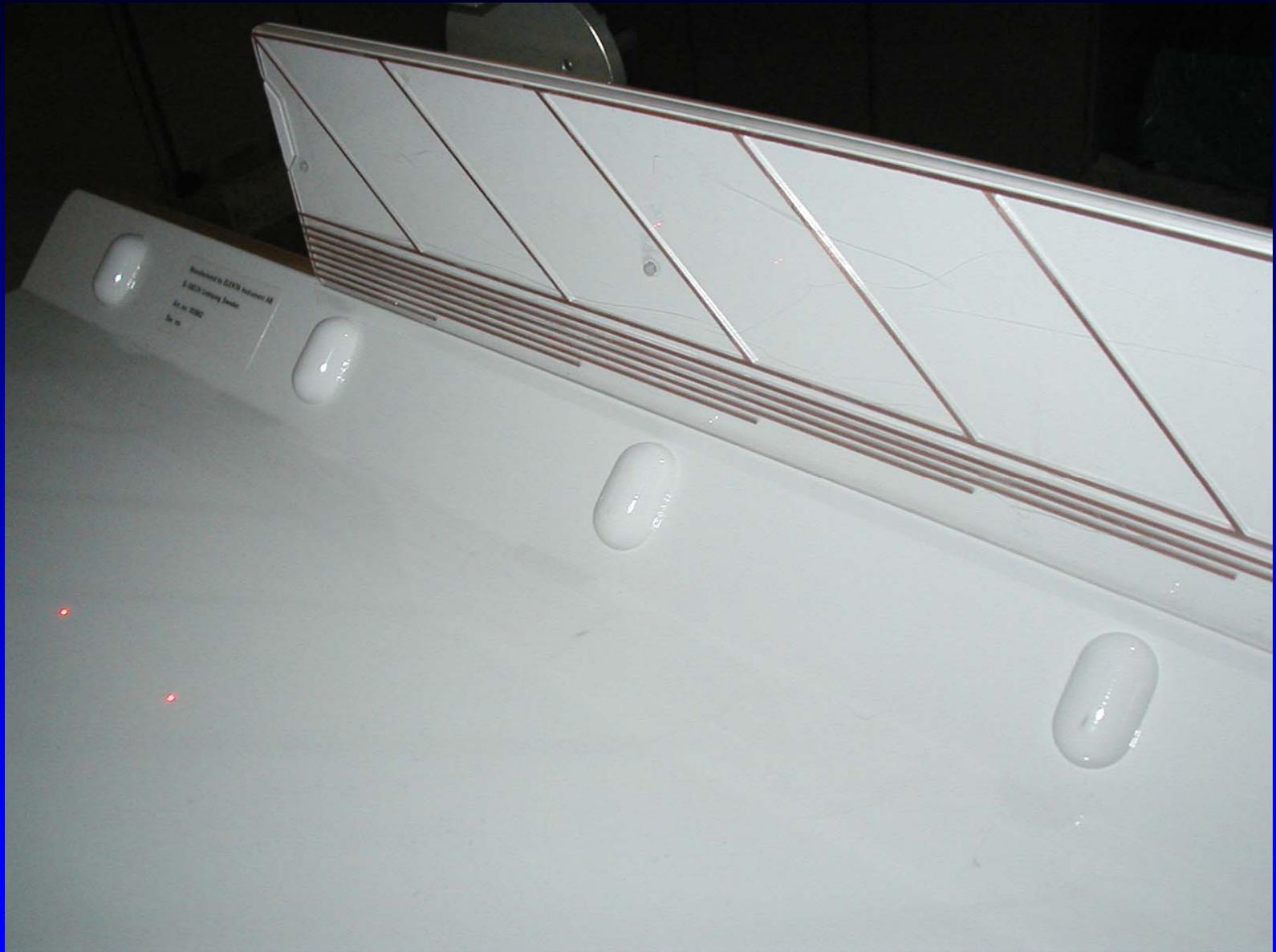
Numero medio di correzioni previste per paziente: 0.9

***RADIATION THERAPY IN LUNG
TUMORS
CTV - PTV***

**SISTEMI DI
IMMOBILIZZAZIONE PER
TRATTAMENTI
IPOFRAZIONATI CON
LOCALIZZAZIONE
STEREOTASSICA**

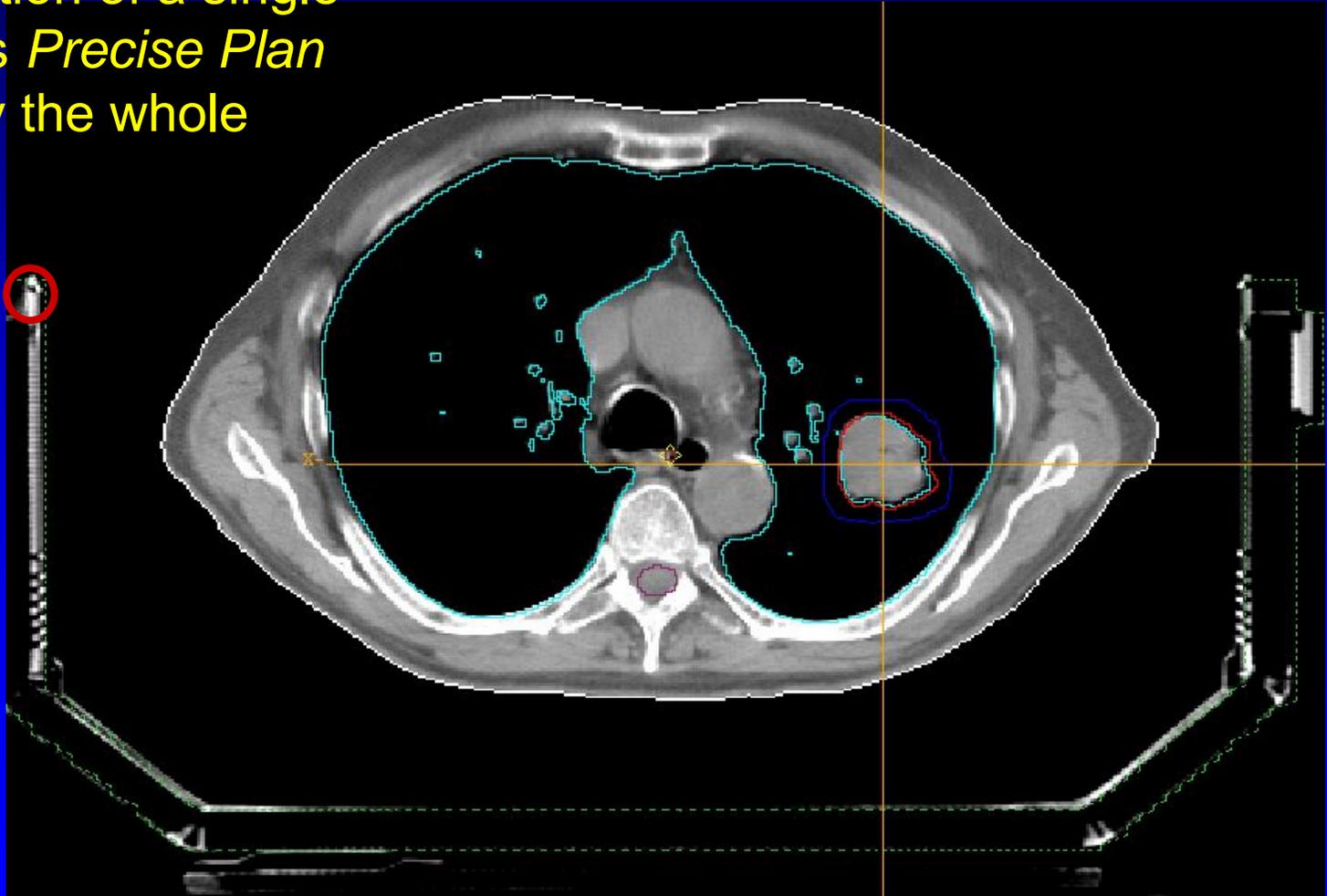






AUTOMATED IDENTIFICATION OF THE FRAME

The identification of a single marker allows *Precise Plan 3 D* to identify the whole frame



Spatial
SBF Body Frame

X	29.0	◀ ▶
Y	13.3	◀ ▶
Z	68.3	◀ ▶

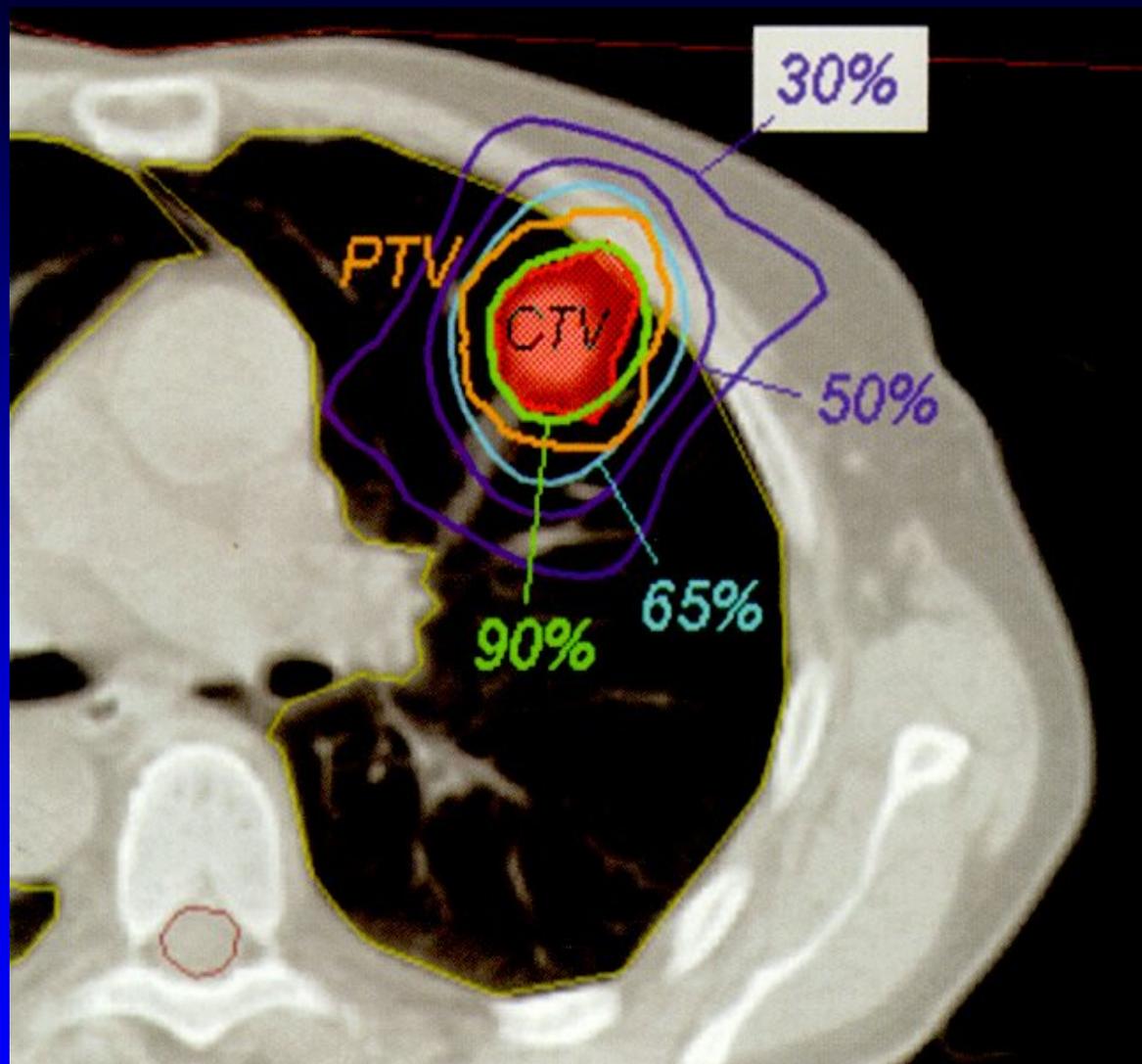


Table 2. Cumulative distributions of daily setup errors

Direction	Rate of verifications (%)			
	<2 mm	<3 mm	<5 mm	≤8 mm
Left-right	66	85	90	100
Anterior-posterior	80	94	100	100
Cranio-caudal	59	74	93	100
3-D distance	28	58	73	98

from: Negoro, Y., IJROBP. 2001

valutazione dell'impatto del riposizionamento sulla distribuzione di dose sul CTV: adeguatezza dei margini CTV → PTV

controllo della adeguatezza dei margini CTV → PTV (5 mm nel piano assiale – 10 mm longitudinalmente)

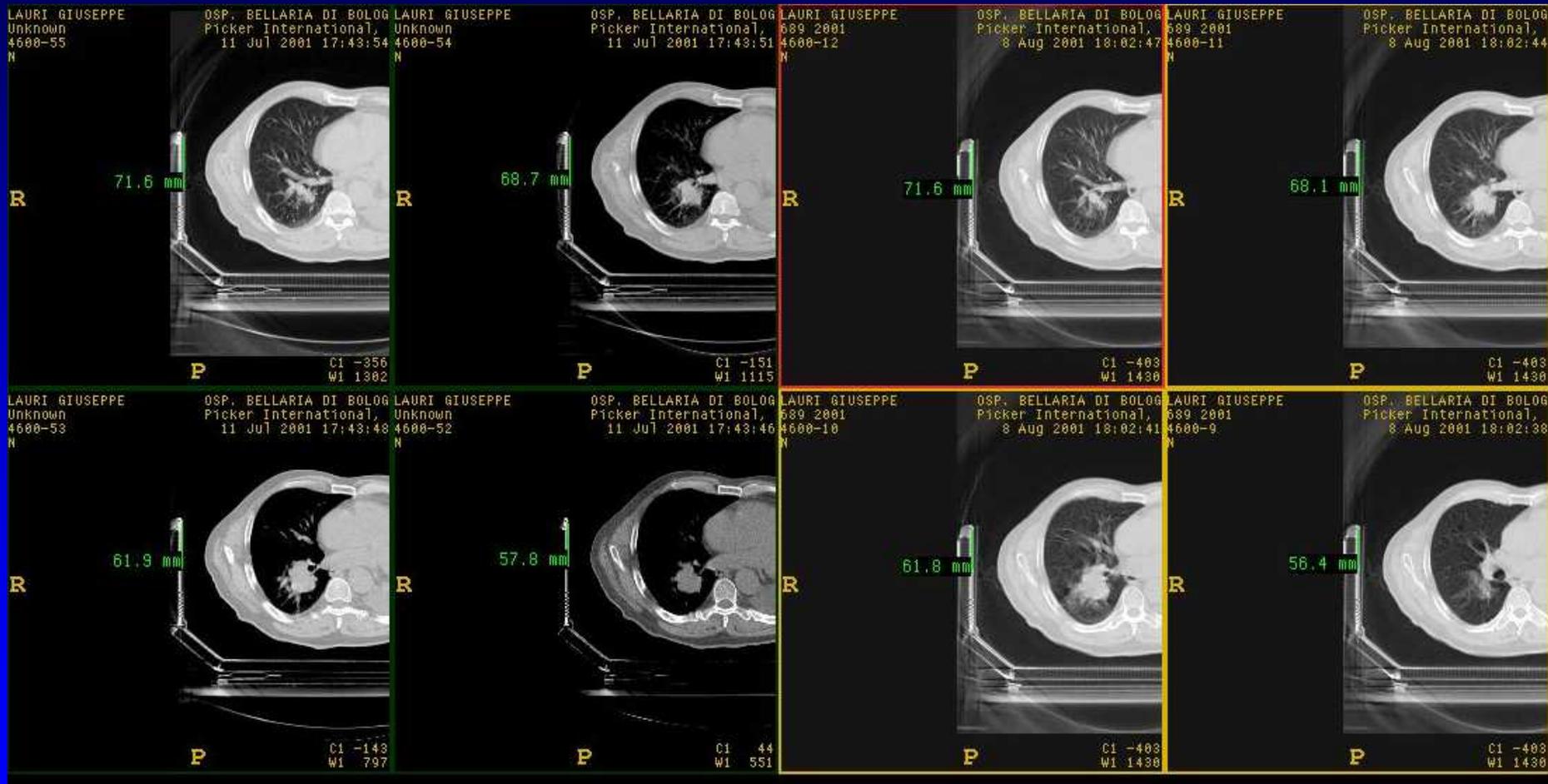
Si è impiegato un CRITERIO DOSIMETRICO: Copertura del CTV dalla isodose di riferimento (80 %) successivamente al ri-posizionamento del paziente nel b.f. con la seguente procedura:

Per 32 pz (38 bersagli) da Apr 2003 a Ago 2005, dopo avere elaborato e accettato un piano di trattamento :

- **ulteriori acquisizioni CT (da 2 a 3 per pz, media 2,6)**
- **nuova delineazione del GTV_{sim} (lo stesso medico seguendo un protocollo definito)**
- **definizione di CTV_{sim} sul TPS**
- **individuazione dell' isocentro relativamente al b.f. (per mezzo delle coordinate stereotassiche trovate nel piano di trattamento)**
- **fasci del piano approvato sulla posizione dell'isocentro**
- **valuazione del DVH del CTV_{sim}**

Prima serie CT

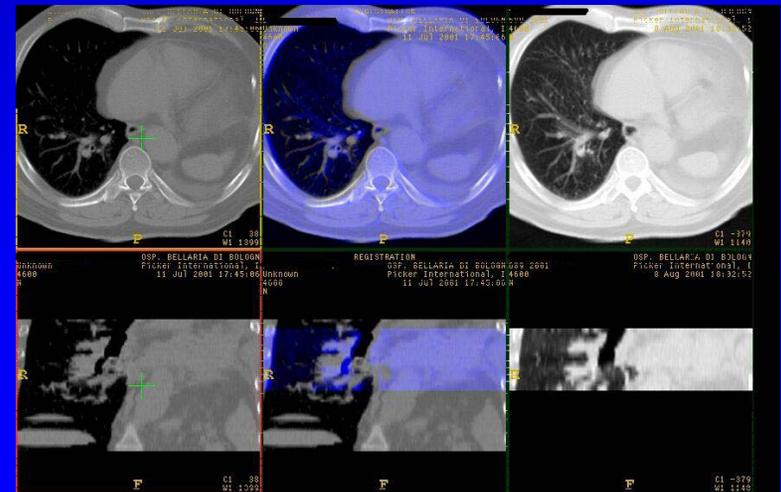
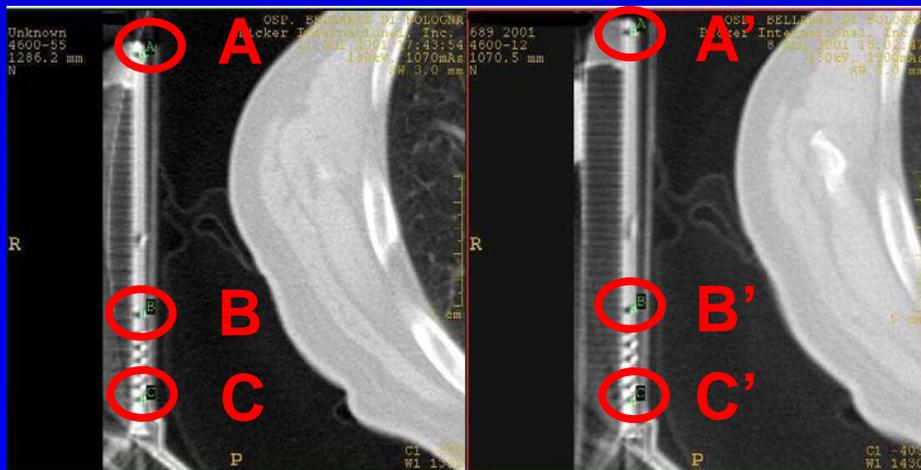
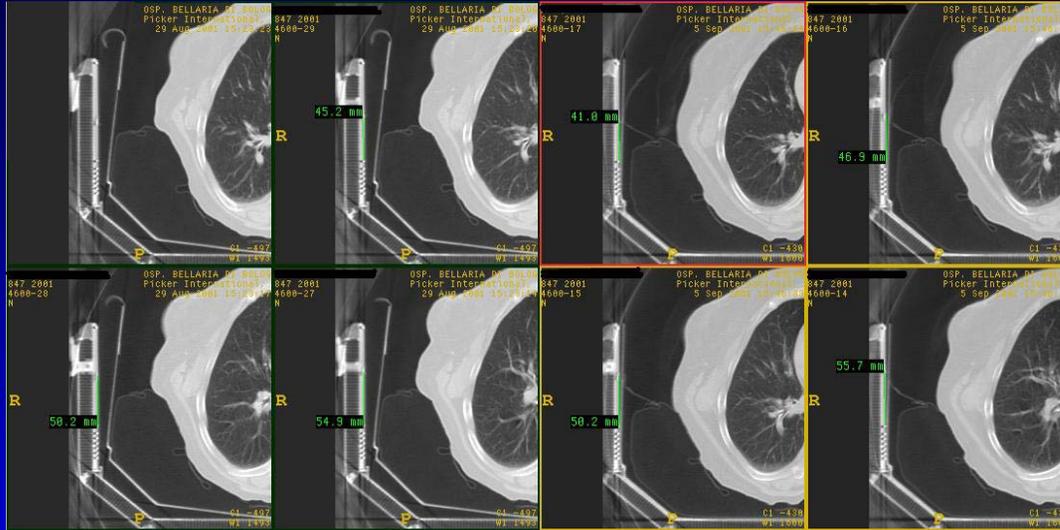
Seconda serie CT



valutazione dell'impatto del riposizionamento sulla distribuzione di dose sul CTV: adeguatezza dei margini CTV → PTV

1° CT

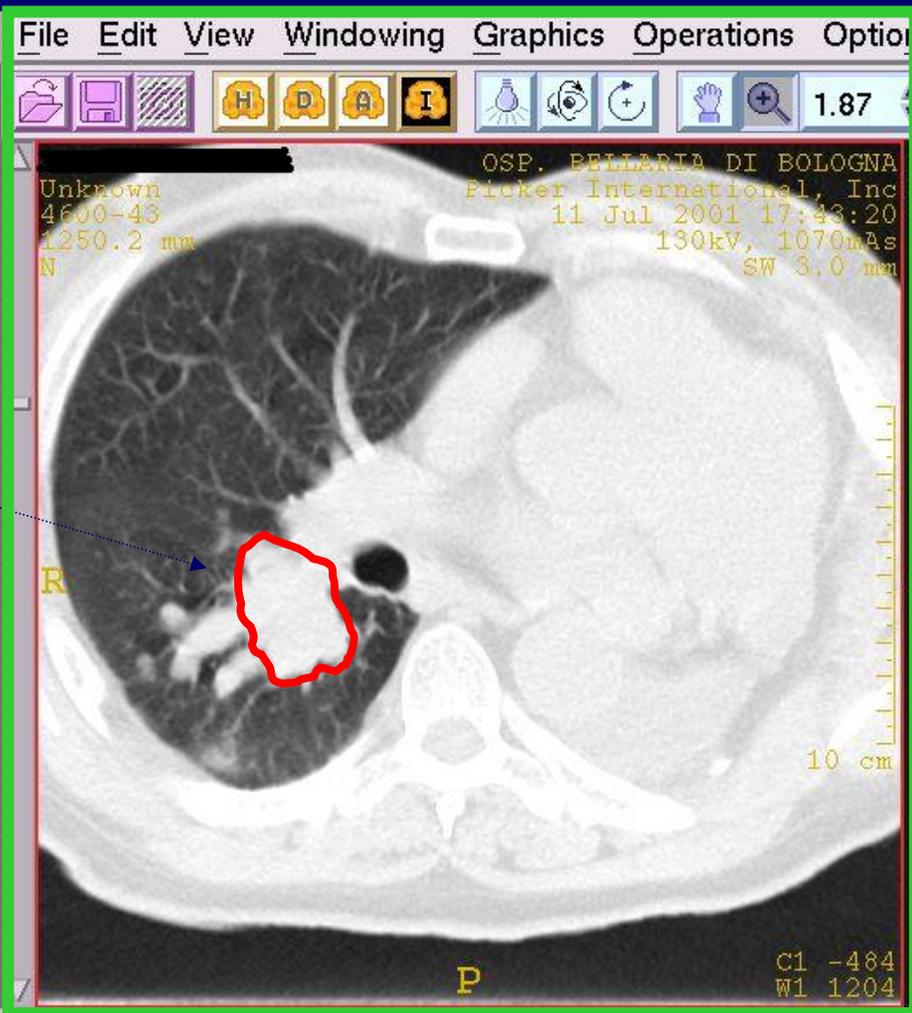
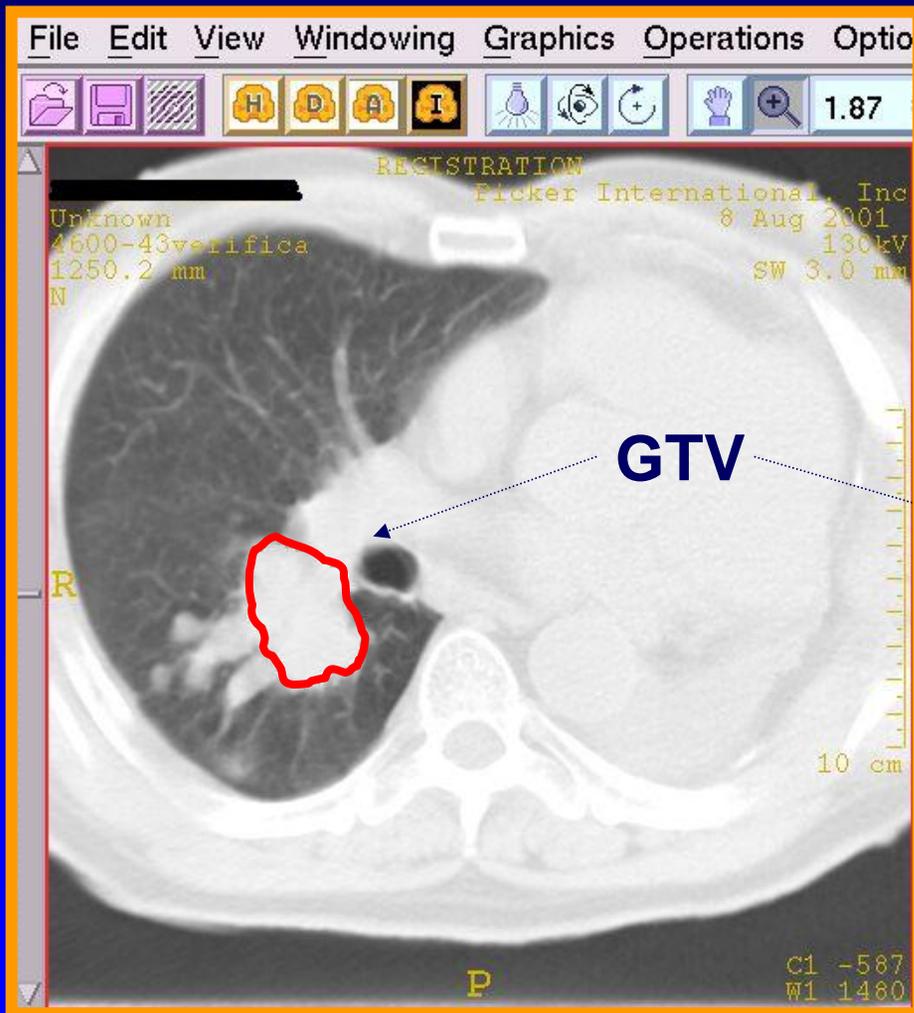
2° CT



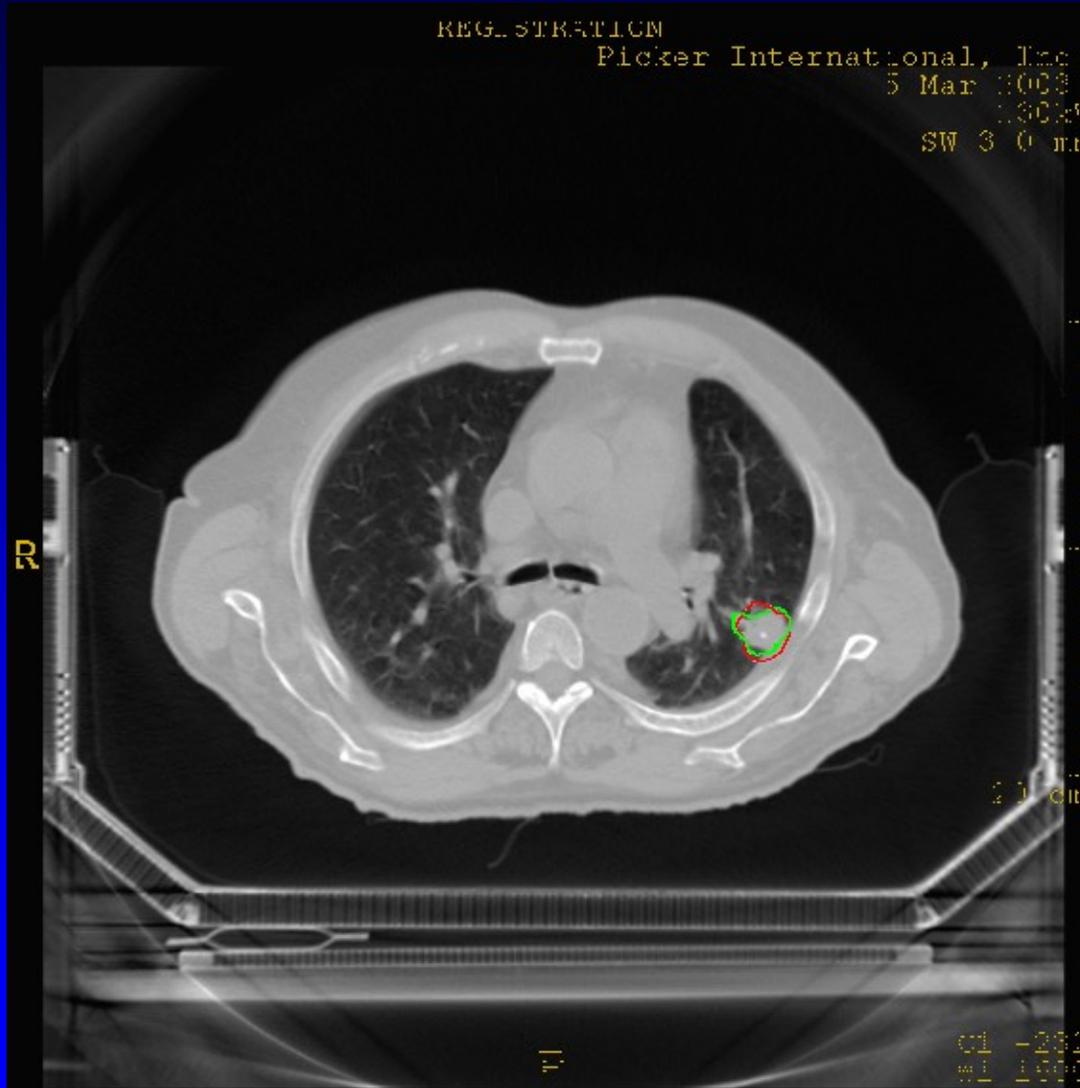
valutazione dell'impatto del riposizionamento sulla distribuzione di dose sul CTV: adeguatezza dei margini CTV → PTV

(2° CT)

(1° CT)



valutazione dell'impatto del riposizionamento sulla distribuzione di dose sul CTV: adeguatezza dei margini CTV \rightarrow PTV



CT_{sim}

— **GTV**

— **GTV_{sim}**



Radiotherapy and Oncology 66 (2003)

“Impact of target reproducibility on tumor dose in stereotactic radiotherapy of target in the lung and liver”

J. Wulf et al (Univ. Of Würzburg)

TC (Target Coverage)

TC = % of CTV all'interno della isodose di riferimento

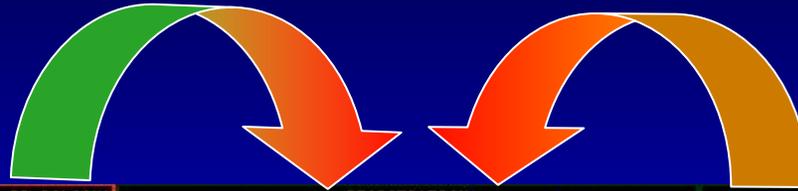
N° 93/99 targets
with $TC^{sim} \geq 95\%$

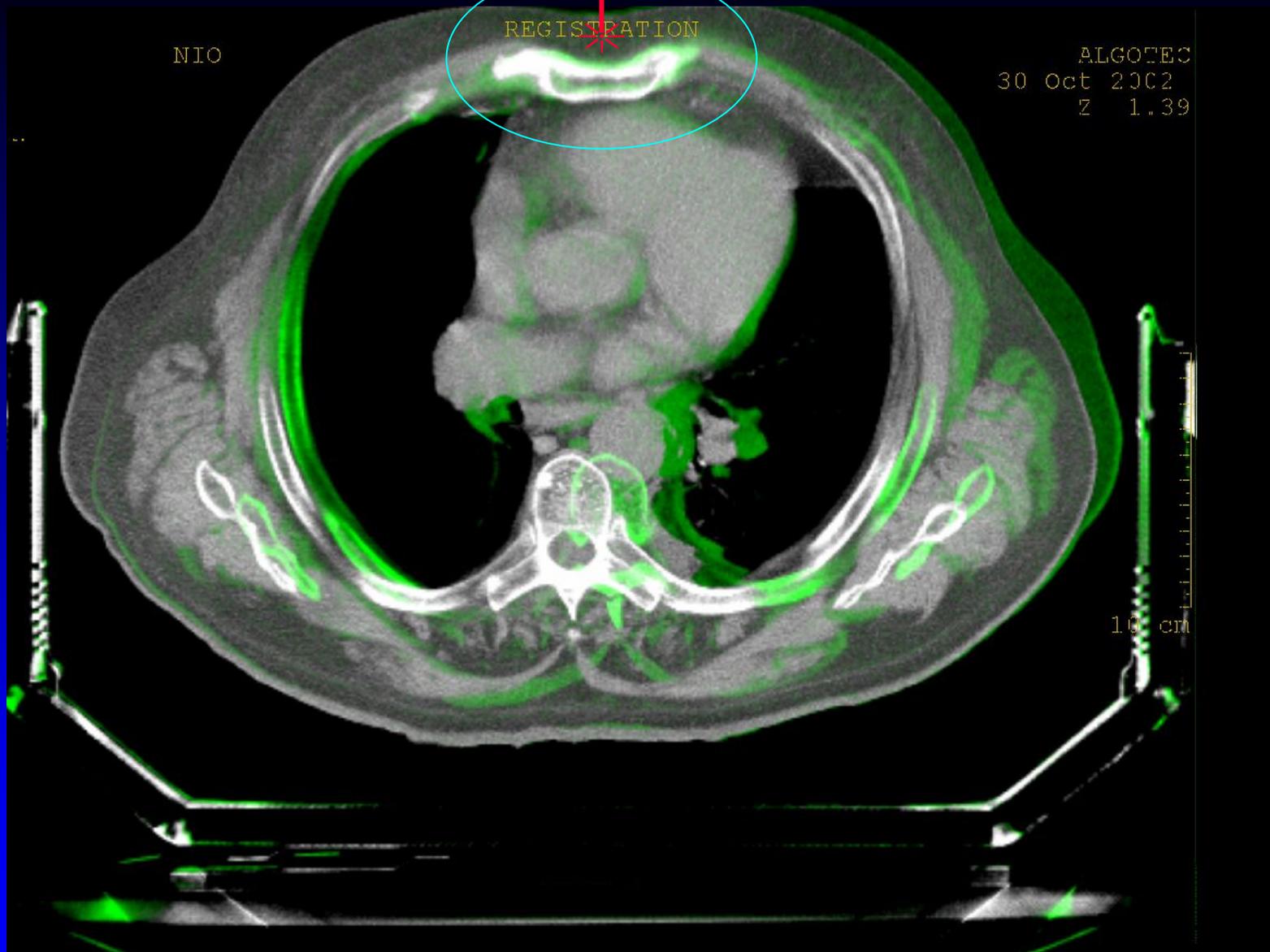
N° 98/99 targets
with $TC^{sim} \geq 85\%$

TC^{sim}

TC^{sim}_{mean}	0,958
TC^{sim}_{median}	0,996
TC^{sim}_{min}	0,682
TC^{sim}_{max}	1,000
$SD_{TC^{sim}}$	0,084

Confronto delle posizioni del paziente all'interno del b.f.



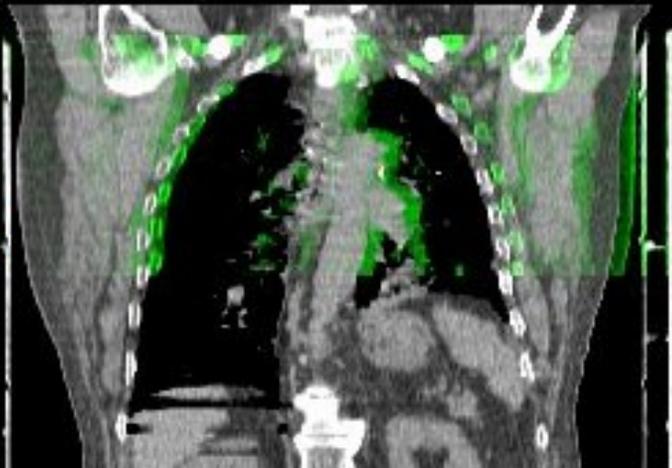


Presence of rotation and traslation of the patients with respect to SBF

REGISTRATION

RIZZA ANTONIO
1895 2882
4600
N

OSP. BELLARIA DI BOLOGNA
Picker International, I
30 Oct 2002 15:39:09



F

REGISTRATION

RIZZA ANTONIO
1895 2882
4600

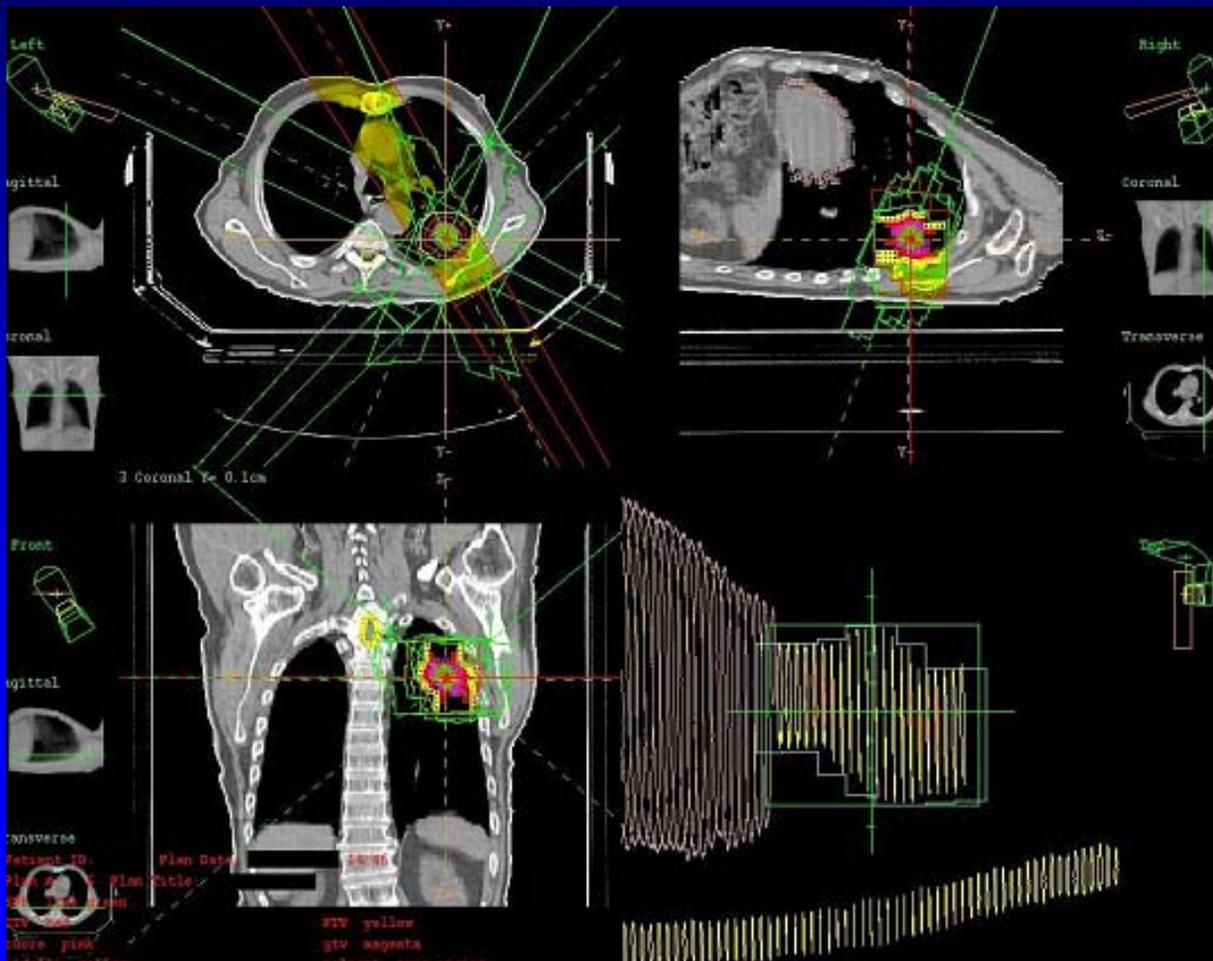
OSP. BELLARIA DI BOLOGNA
Picker International, I
30 OCT 2002 15:39:09



A

**valutazione dell'impatto del riposizionamento sulla distribuzione di dose
sul CTV: adeguatezza dei margini CTV → PTV**

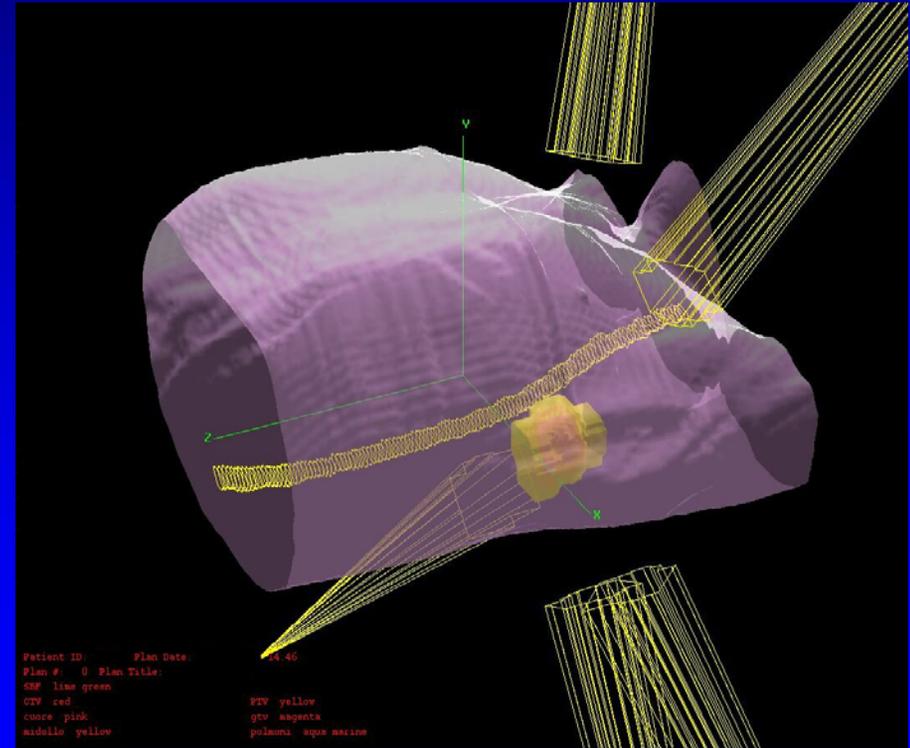
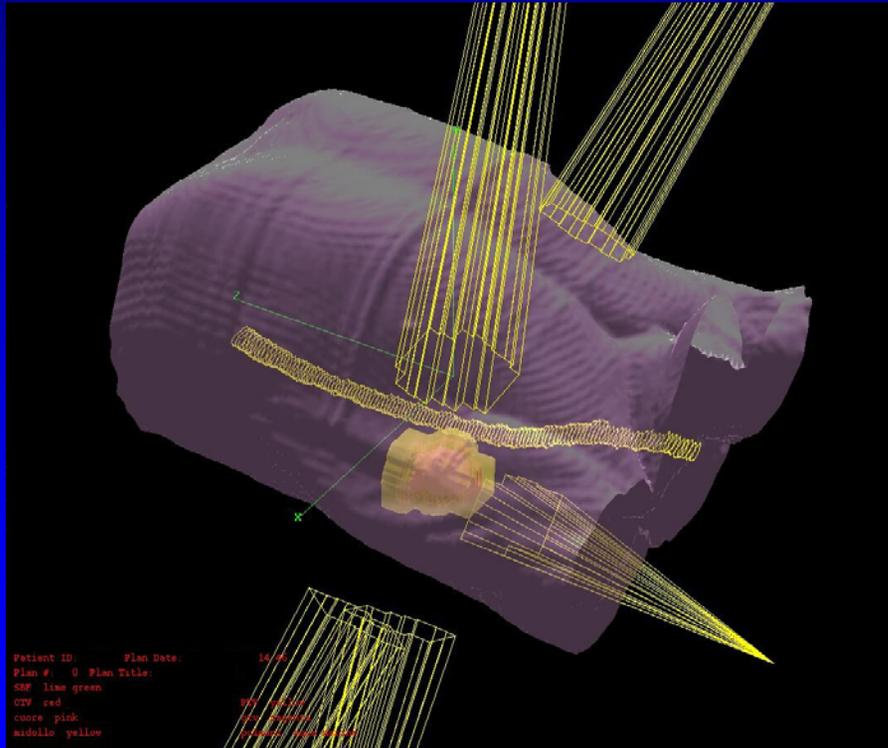
**Valutazione su ogni frazione del trattamento
(N. 5 TC ripetute sullo stesso paziente nell'ottobre 2005)**



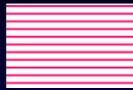
N. 5 campi
n. 3 sul
piano assiale
+
n.2 in direzioni
cranio-caudali

valutazione dell'impatto del riposizionamento sulla distribuzione di dose
sul CTV: adeguatezza dei margini CTV → PTV

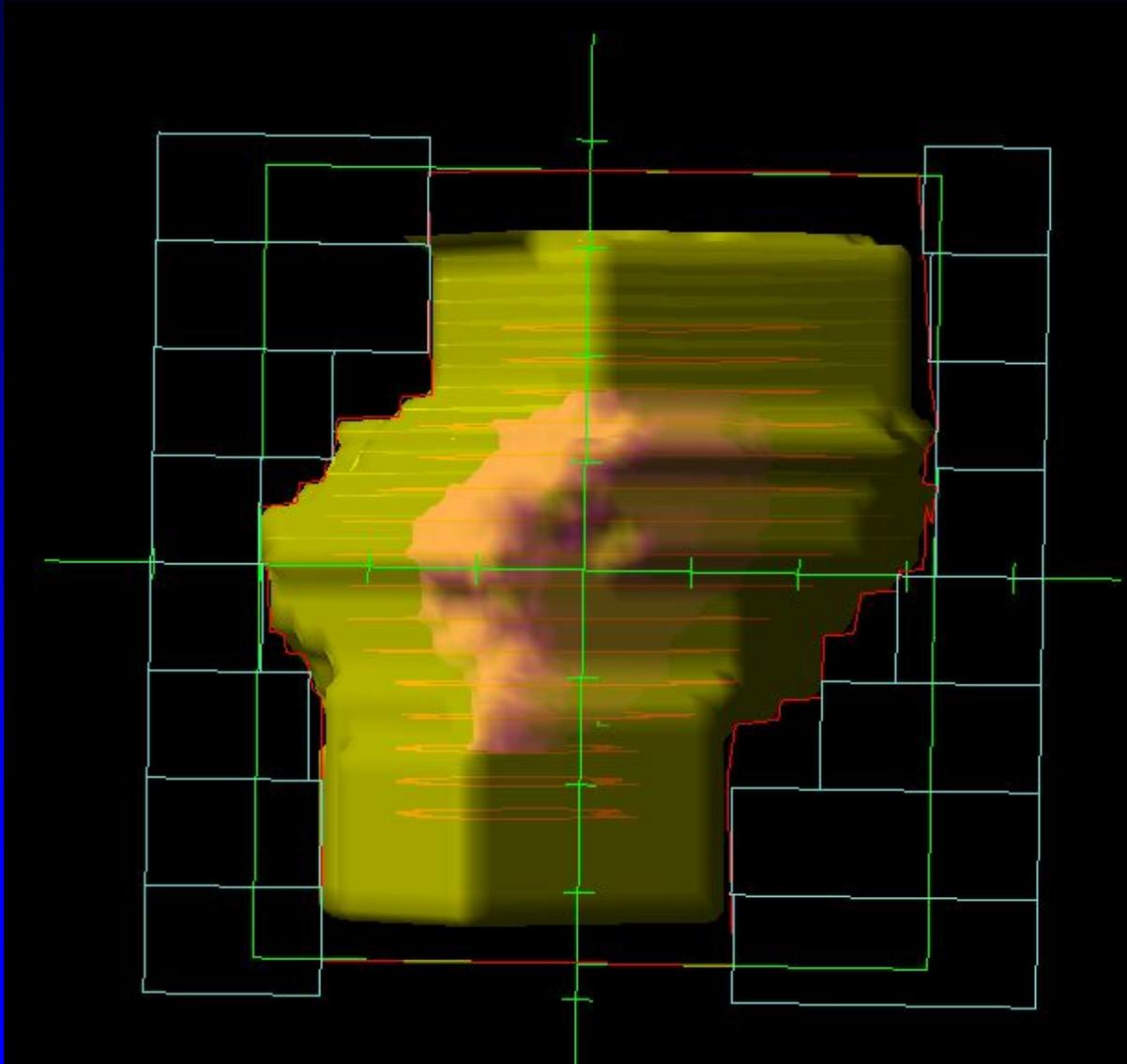
Valutazione su ogni frazione del trattamento
(N. 5 TC ripetute sullo stesso paziente nell'ottobre 2005)



 PTV

 CTV

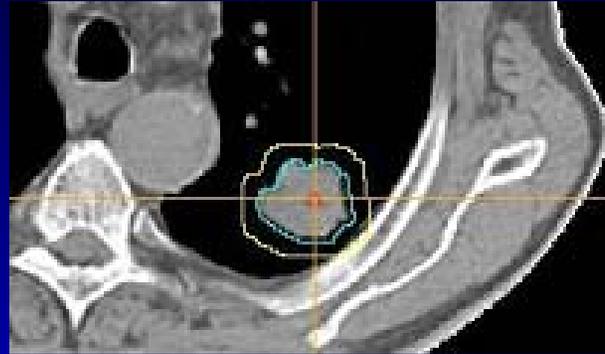
 GTV



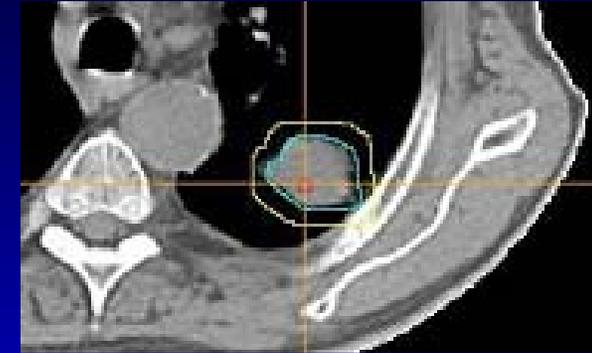
Variabilità del riposizionamento del CTV rispetto all'isocentro



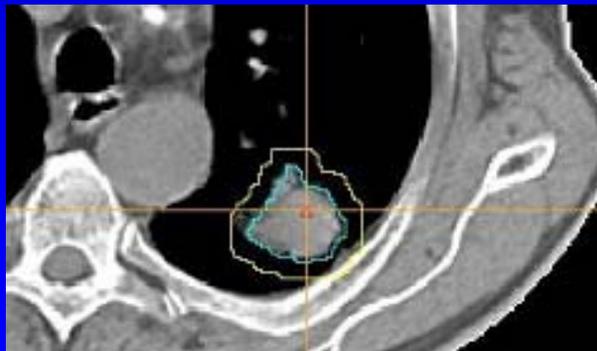
piano di trattamento



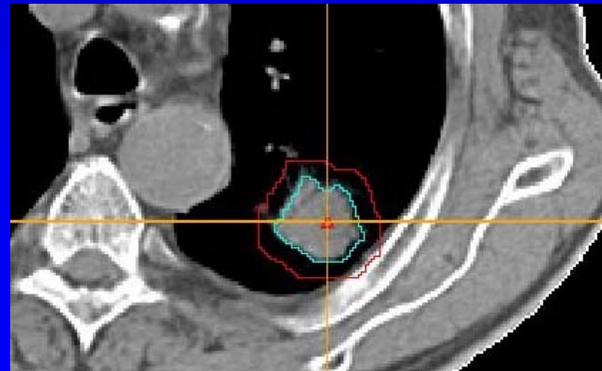
1° frazione



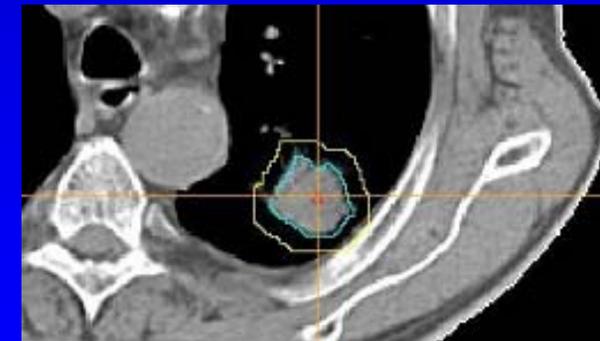
2° frazione



3° frazione

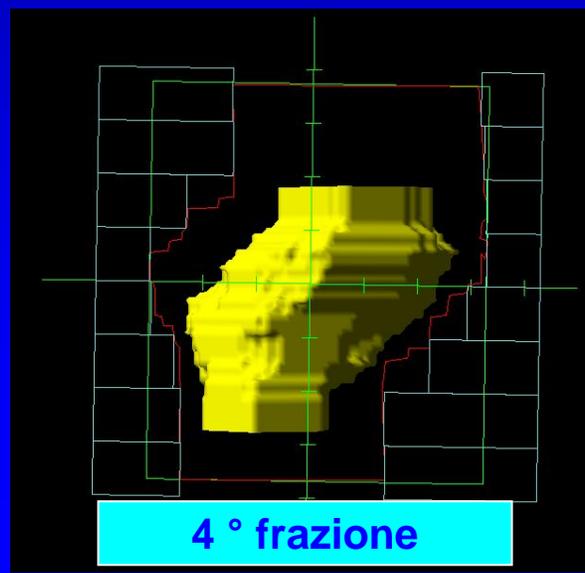
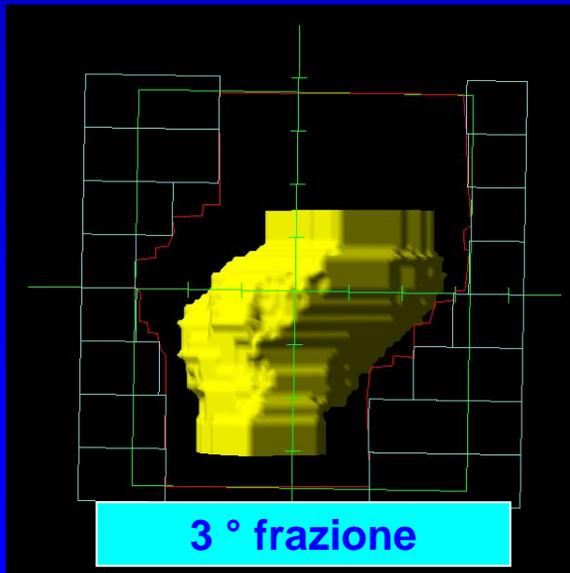
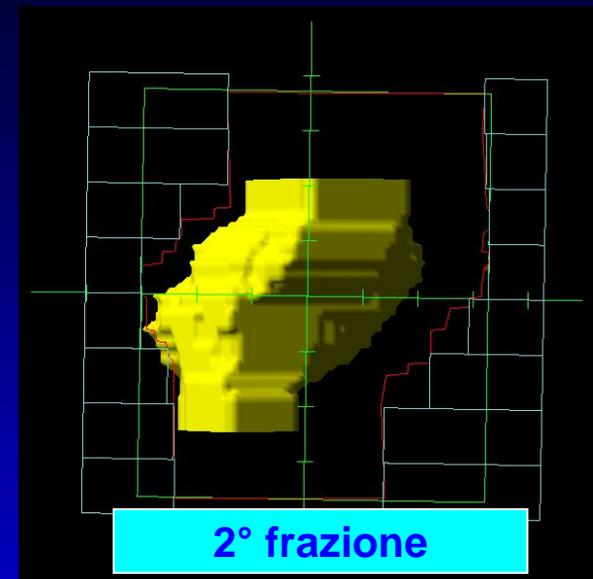
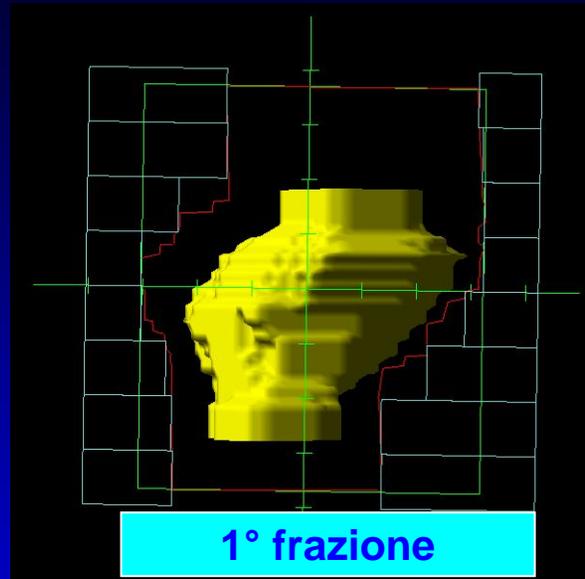
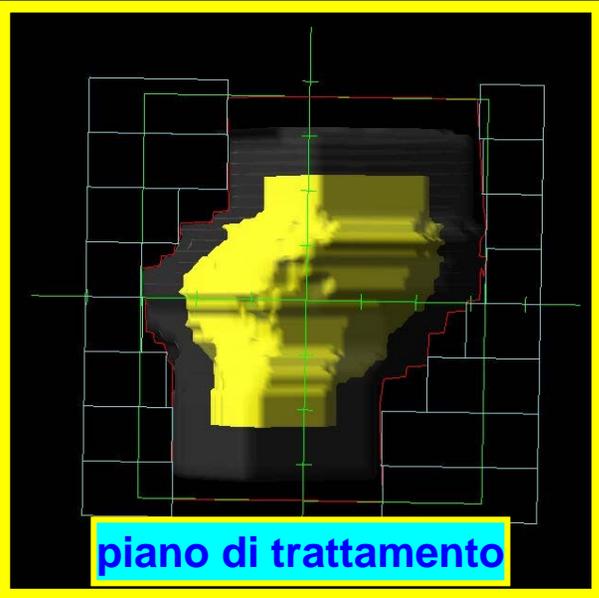


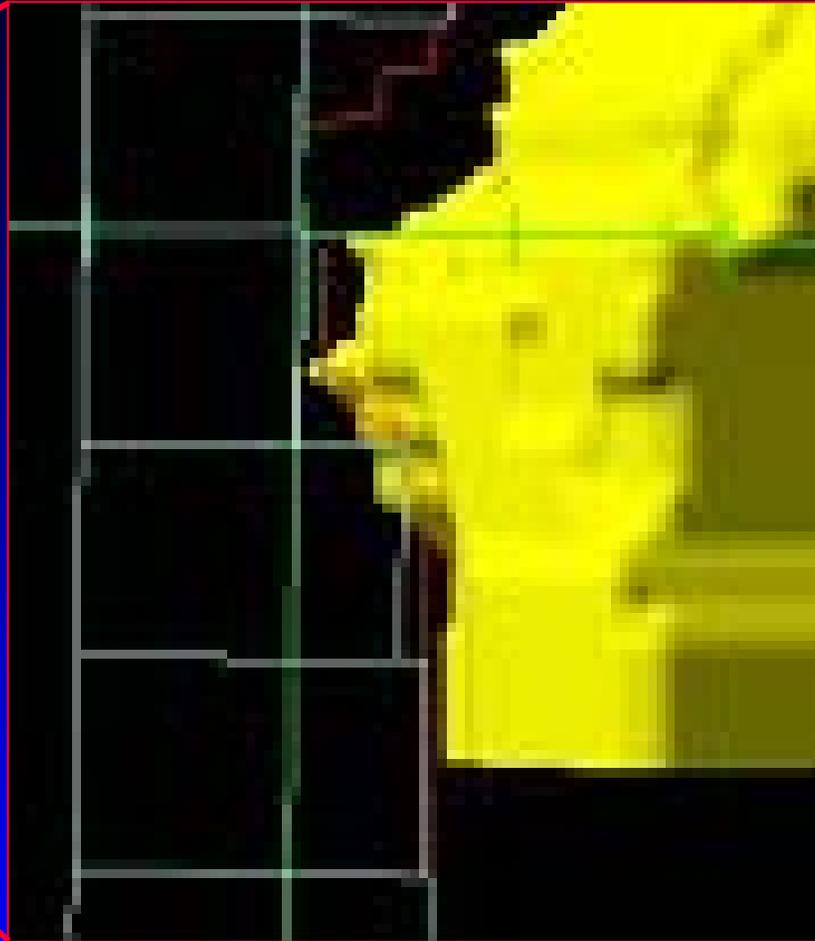
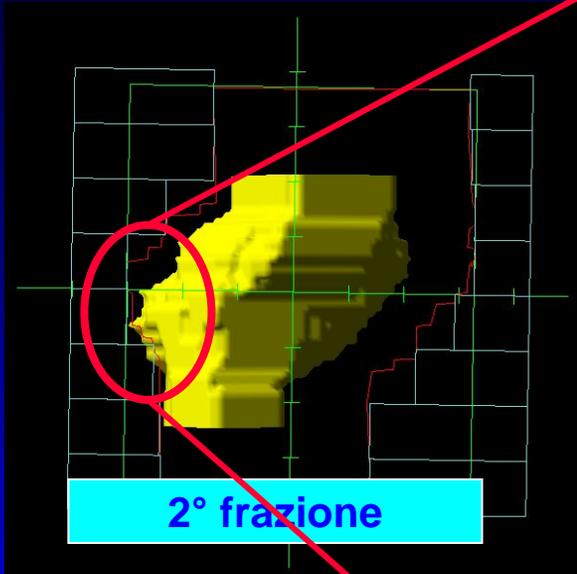
4° frazione

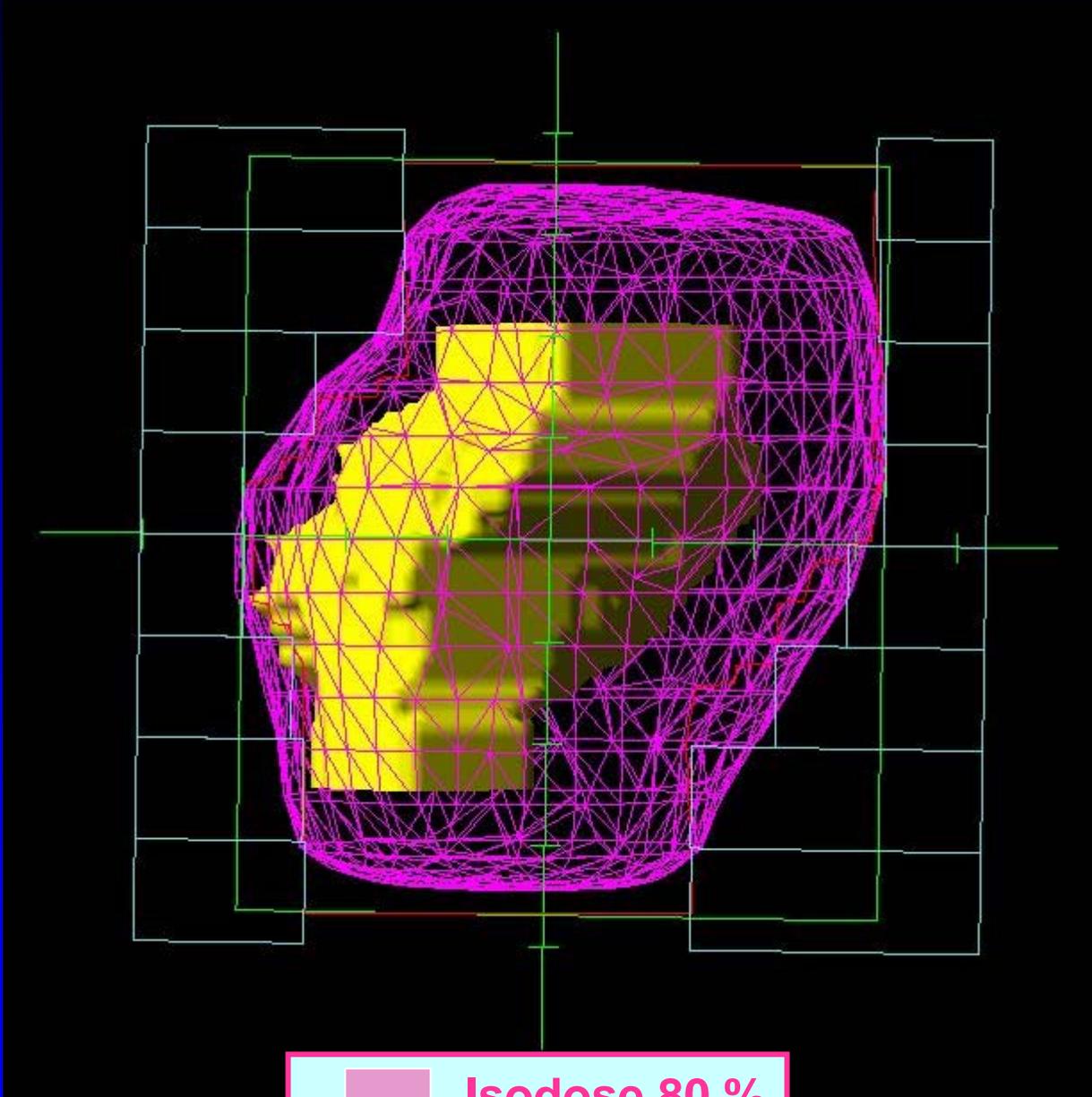


5° frazione

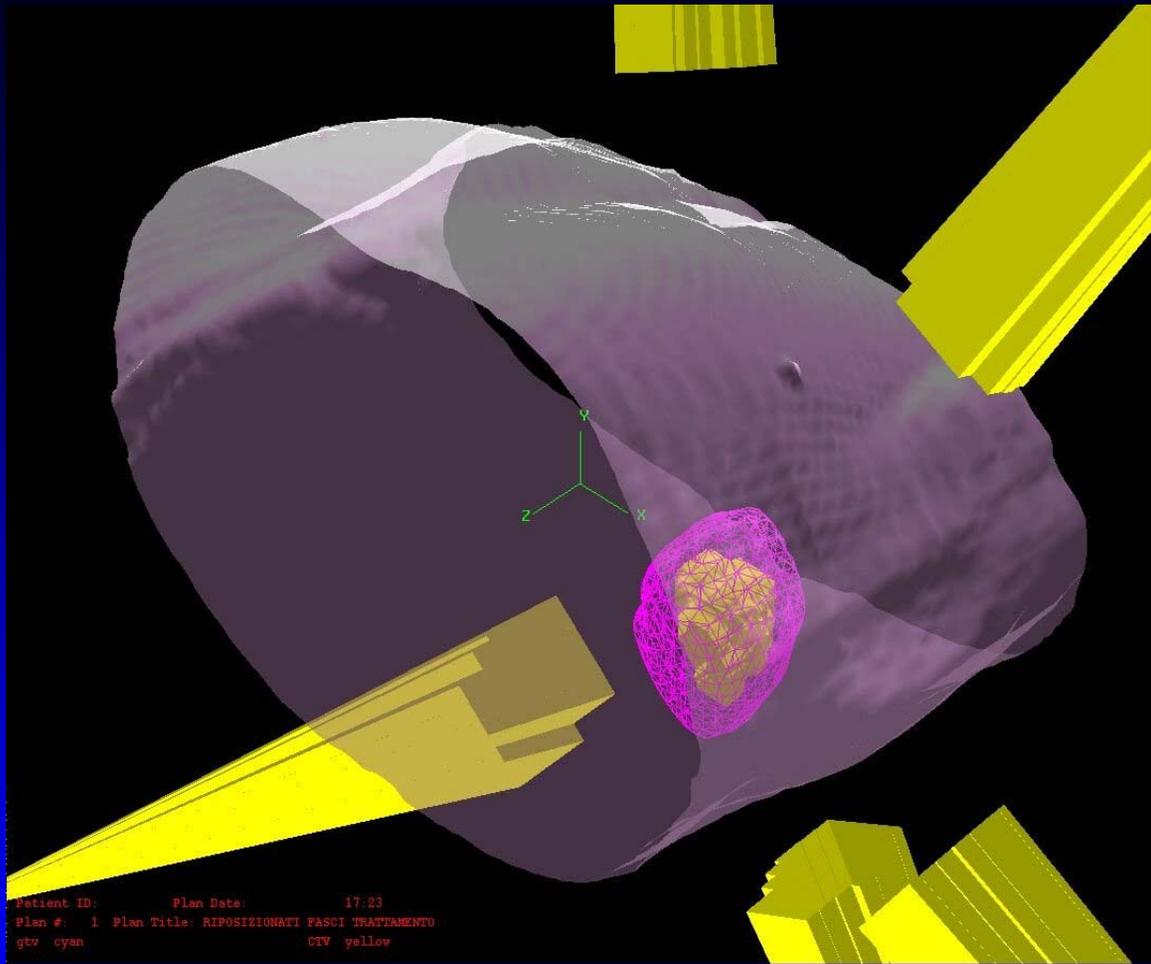
Variabilità del riposizionamento del CTV rispetto al singolo fascio



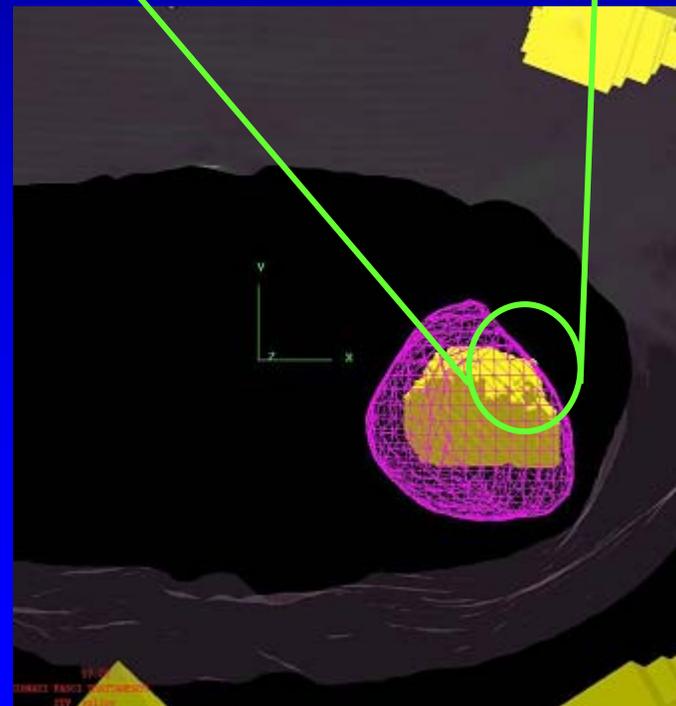




■ Isodose 80 %



 **Isodose 80 %**



Impatto dosimetrico della variabilità del riposizionamento

	Volume a dose 80%	Volume a dose 90%	Volume a dose 100 %
fraz. 1	100 %	100 %	95 %
fraz. 2	99.98 %	99.83 %	78 %
fraz. 3	100 %	99.98 %	88 %
fraz. 4	100 %	100 %	95 %
fraz. 5	100 %	100 %	94 %

RADIATION THERAPY IN LUNG TUMORS: CTV – PTV

Conclusioni

- I sistemi di immobilizzazione più comunemente impiegati consentono tutti una sufficiente riproducibilità del trattamento.
- L'errore globale medio appare compreso (1 SD) tra 4 e 5 mm; si può pertanto ritenere che sia adeguato impiegare, nell'espansione da CTV a PTV, margini compresi tra 8 e 10 mm.
- Un protocollo di correzione (on line o off line) permette di rilevare eventuali errori sistematici e di correggerli
- Sistemi di immobilizzazione più sofisticati (body frame, tracking ottico) consentono margini più ridotti (5 mm)

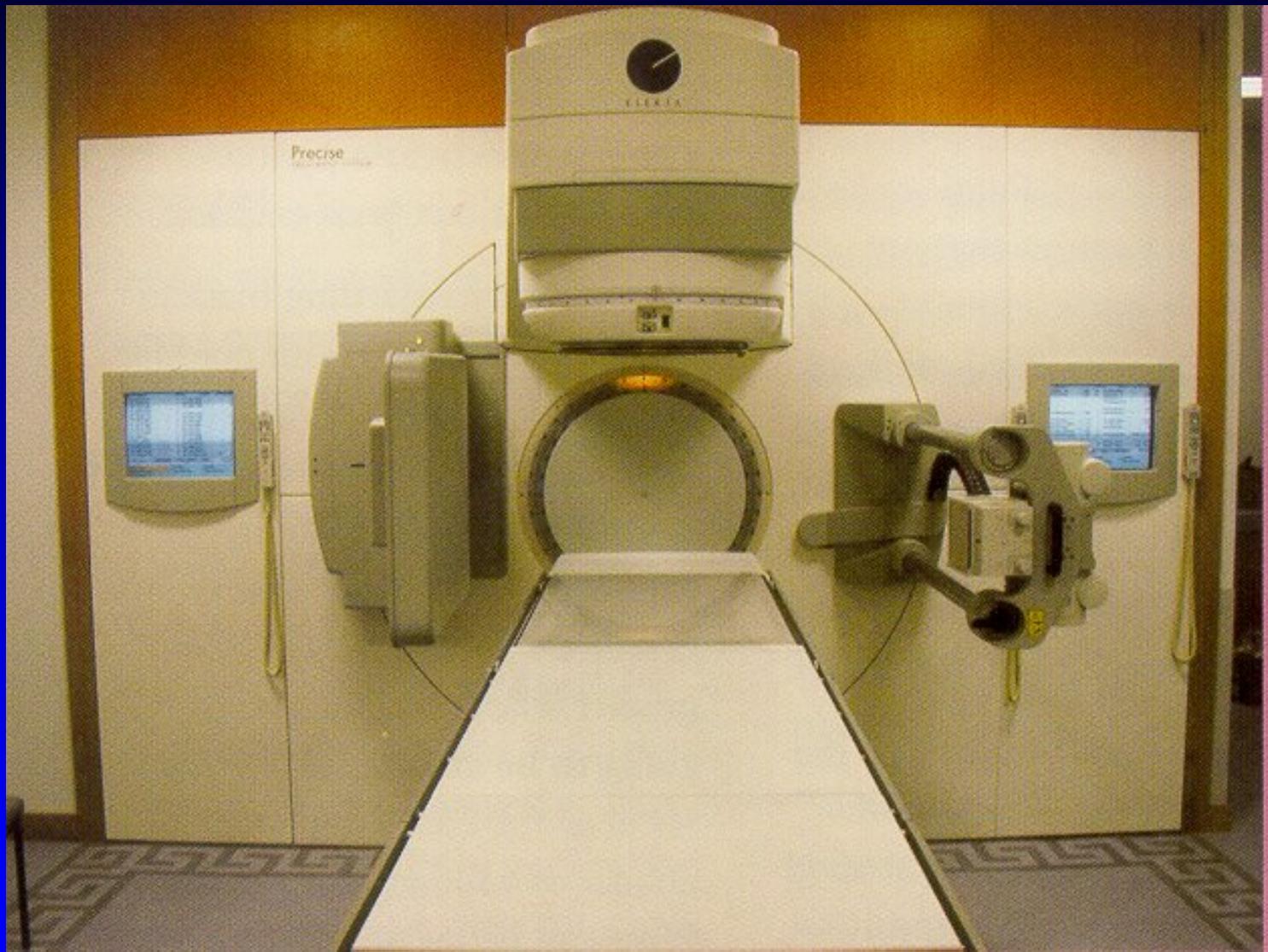
Trattamenti radioterapici ipofrazionati effettuati mediante “body frame”

CONCLUSIONI

nella nostra esperienza :

- sono trattamenti di radioterapia conformazionale di elevata accuratezza
- risulta praticamente possibile irradiare con l'isodose di riferimento volumi che sono notevolmente conformati al volume bersaglio ed ottenere nel contempo (anche in conseguenza dell'impiego di fasci non coplanari) un risparmio degli organi sani circostanti migliore rispetto a quello ottenibile nei trattamenti effettuati con tecniche convenzionali.
- i margini fra CTV e PTV (5 mm LL e 10 mm long) appaiono adeguati nella maggior parte dei casi, tuttavia abbiamo pianificato di effettuare uno studio su un numero statisticamente significativo di pazienti che prevede la effettuazione di una simulazione TC precedentemente a ogni seduta di trattamento, al fine di determinare con maggiore affidabilità statistica l'impatto dosimetrico degli errori di set-up sulla copertura dosimetrica del CTV
- pensiamo che risulti di difficile praticabilità una riduzione dei margini utilizzati, se non mediante l'impiego di diverse metodiche e dispositivi
es.: radioterapia “gated”
oppure TC- verifica di set-up on line (cone beam TC)





***NEOPLASIE POLMONARI:
PROBLEMI RELATIVI A
IMMOBILIZZAZIONE,
DEFINIZIONE DEL VOLUME
BERSAGLIO E MOVIMENTO
D'ORGANO: 2***

Dr. G.FREZZA - U.O. Radioterapia

Dipartimento di Scienze Oncologiche

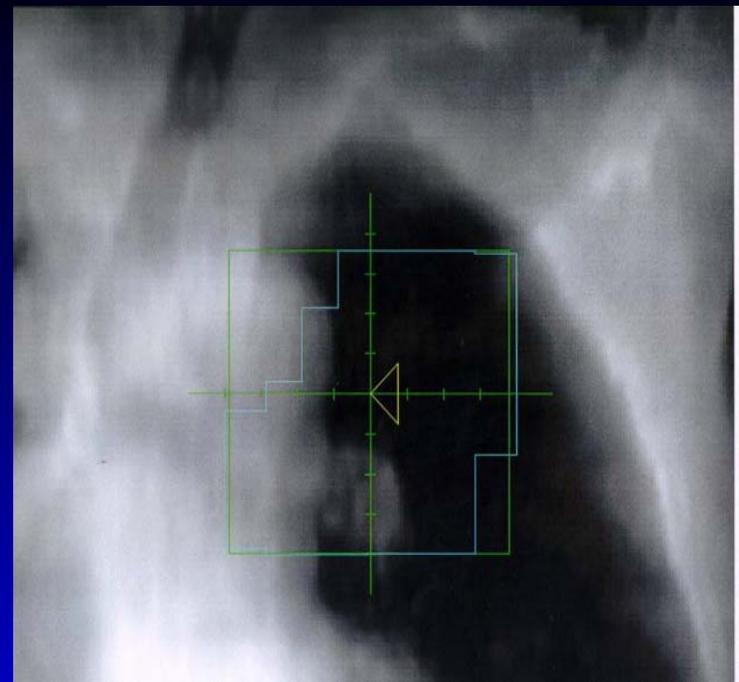
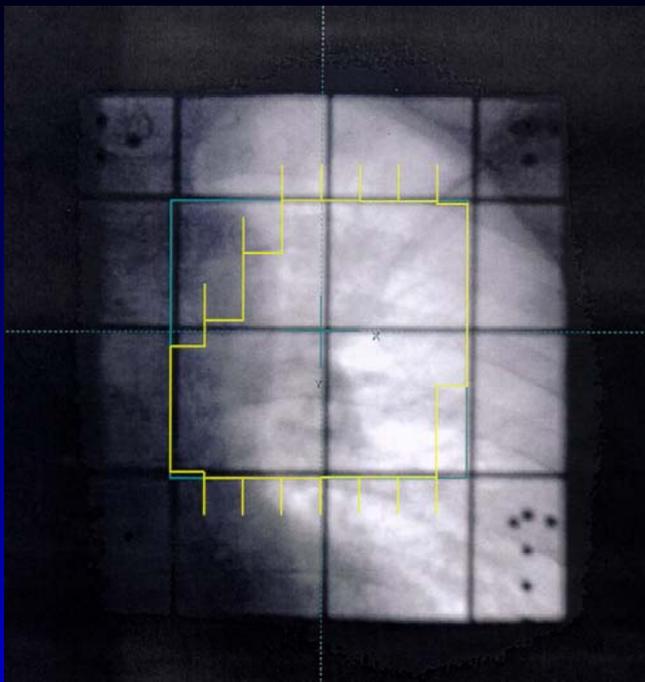
Ospedale Bellaria

AUSL Città di Bologna

RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS

SET UP UNCERTAINTIES IN PLANNING PROCEDURES: CT SCAN AND SIMULATION

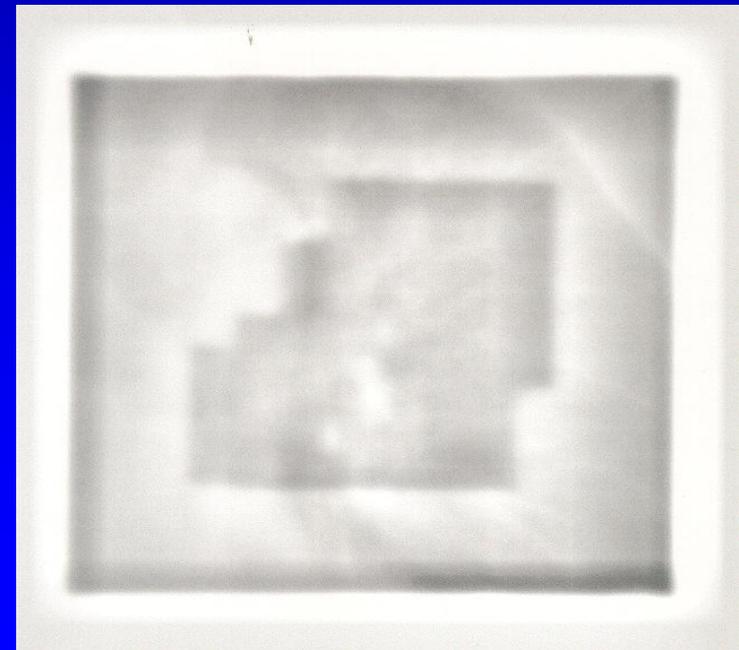
- GEOGRAPHICAL TUMOR MISSES ARE CAUSED BOTH BY EXTERNAL SET UP ERRORS AND BY INTERNAL MOVEMENT OF THE TARGET VOLUME.
- EXTERNAL SET UP ERRORS CONSIST OF ERRORS AT THE TREATMENT UNIT RELATIVE TO THE REFERENCE SET UP.
- EXTERNAL SET UP ERRORS CAN ALSO OCCUR BY USING SIMULATOR FILMS AS DEFINITION OF THE REFERENCE SET UP.



Definizione
dell'immagine di
riferimento:

✓ Simulazione ?

✓ DRR ?



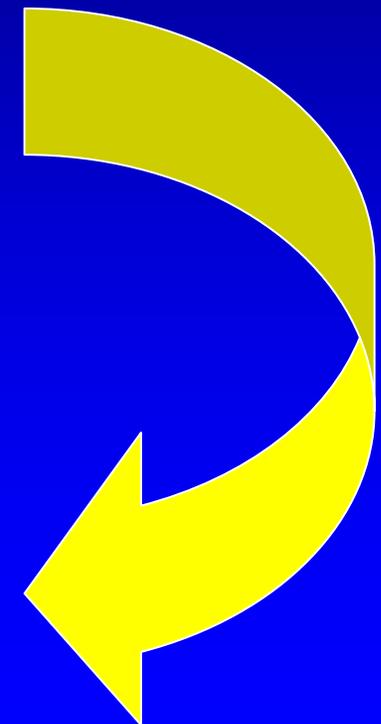
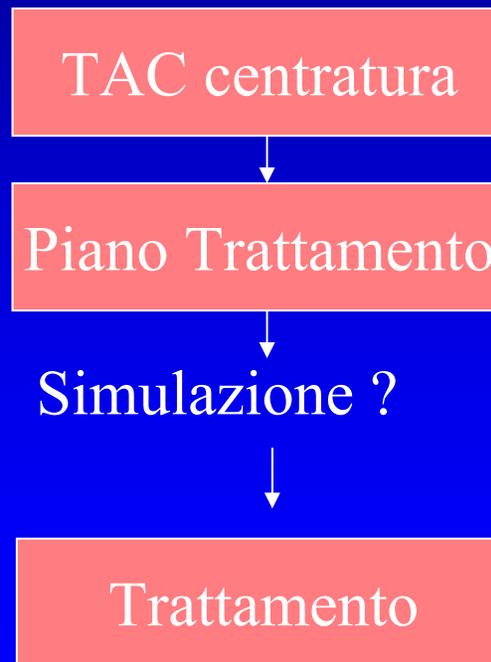
RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS

SET UP UNCERTAINTIES IN PLANNING PROCEDURES: CT SCAN AND SIMULATION

- THE POSITION OF THE PATIENT ANATOMY IN THE REFERENCE SET UP (DURING WHICH THE TREATMENT ISOCENTER IS MARKED ON THE PATIENT AND REFERENCE IMAGES ARE OBTAINED) RELATIVE TO THE ISOCENTER SHOULD BE IN AGREEMENT WITH THE CORRESPONDING POSITION IN THE CT TREATMENT PLAN
- HOWEVER IN MANY INSTITUTIONS IT IS CUSTOMARY TO MARK THE FINAL BEAM SET UP AT THE SIMULATOR AFTER THE PLANNING HAS BEEN PERFORMED
- THE DEFINITION OF THE FINAL ISOCENTER IS BASED ON VISUAL INSPECTION OF SIMULATION IMAGES, AND THEREFORE MAY DEVIATE FROM THE INTENDED ISOCENTER
- THIS SIMULATOR SET UP ERROR RESULT IN A SYSTEMATIC ERROR IN THE PATIENT TREATMENT

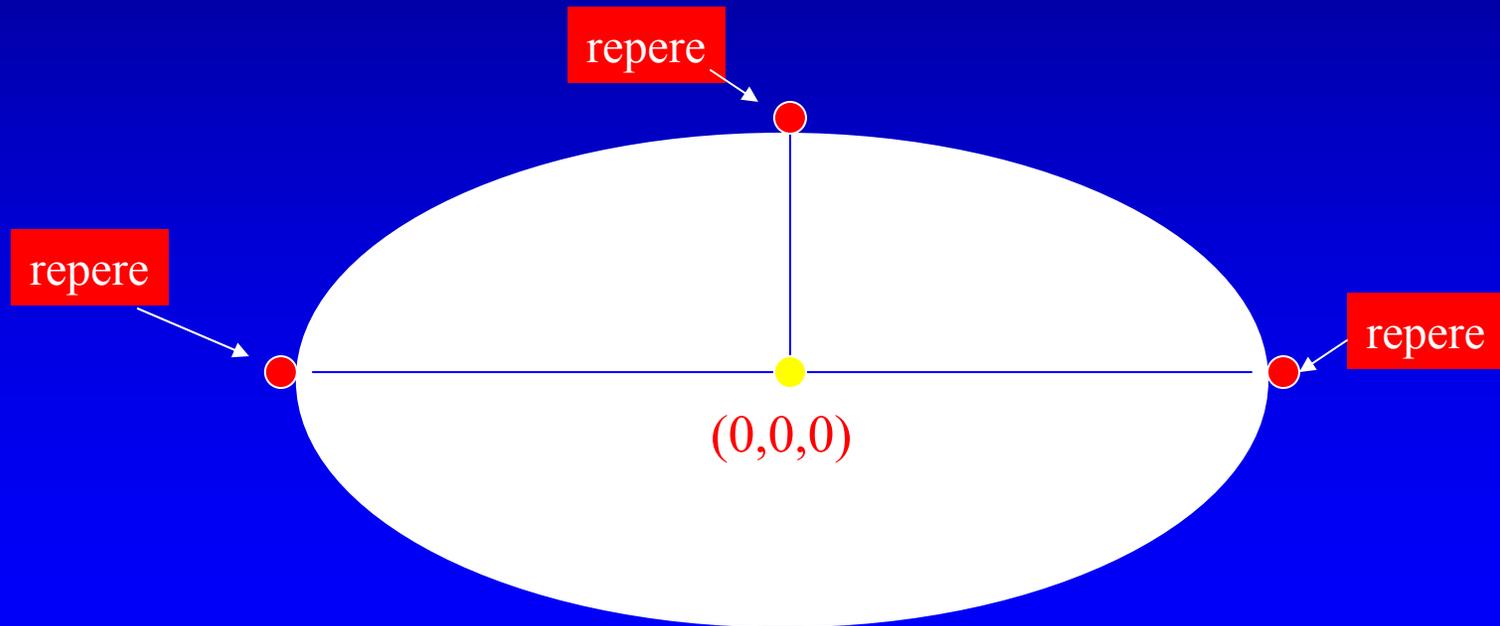
IMMAGINI per la costruzione di un sistema geometrico di riferimento

I riferimenti geometrici individuati durante la prima fase TAC devono essere mantenuti durante il *percorso radioterapico*



IMMAGINI per la costruzione di un sistema geometrico di riferimento

TAC centratura



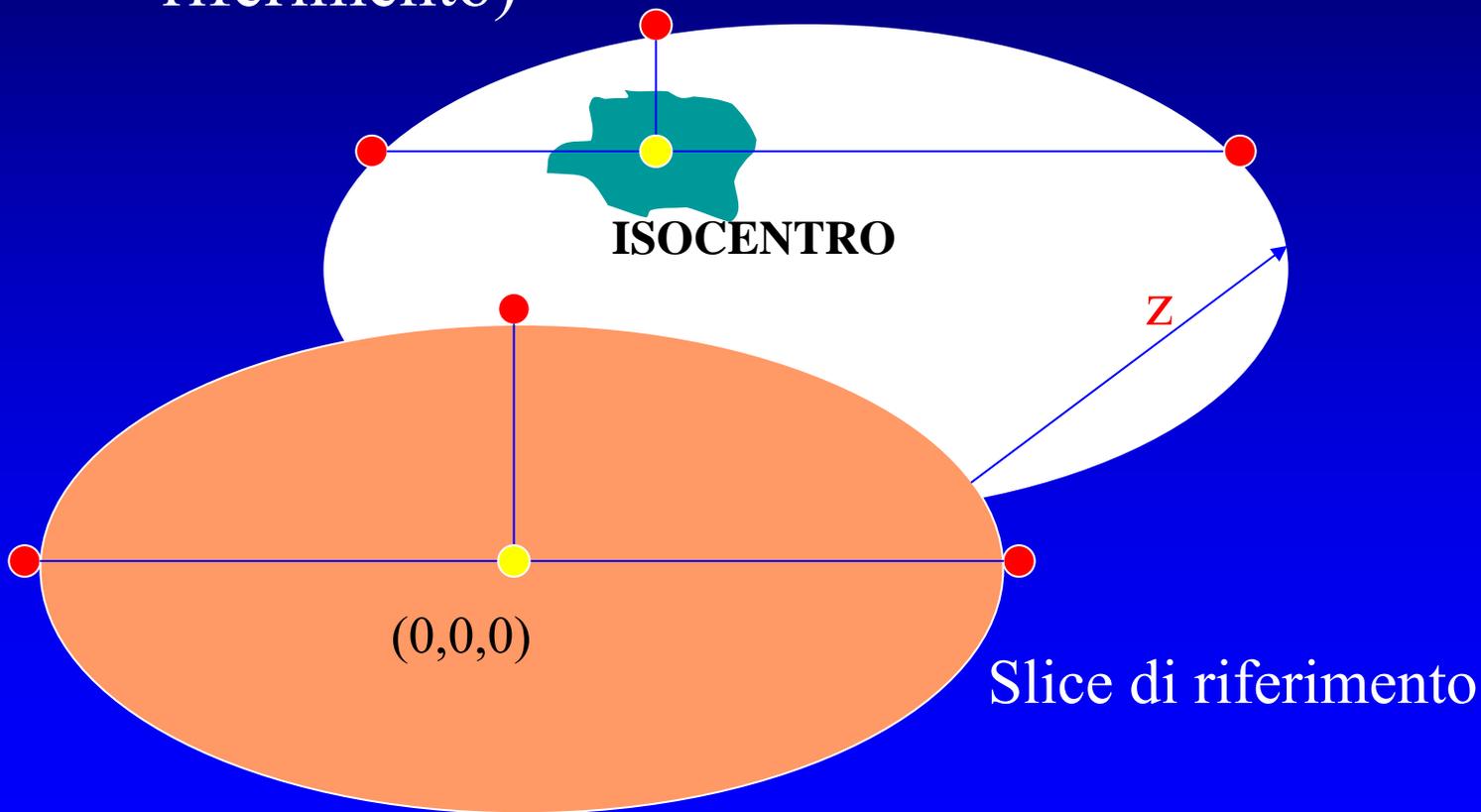
La Simulazione Tradizionale

viene effettuata al fine di:

- a) traslare sul paziente i riferimenti geometrici previsti nel Piano di Trattamento
- b) verificare mediante immagini radiologiche l'accuratezza geometrica della posizione dei campi di radiazione (rispetto a quanto previsto nel Piano di Trattamento)

Simulazione Tradizionale

Viene individuato sul paziente l' **ISOCENTRO** del trattamento (traslazione x, y, z rispetto ad un riferimento)



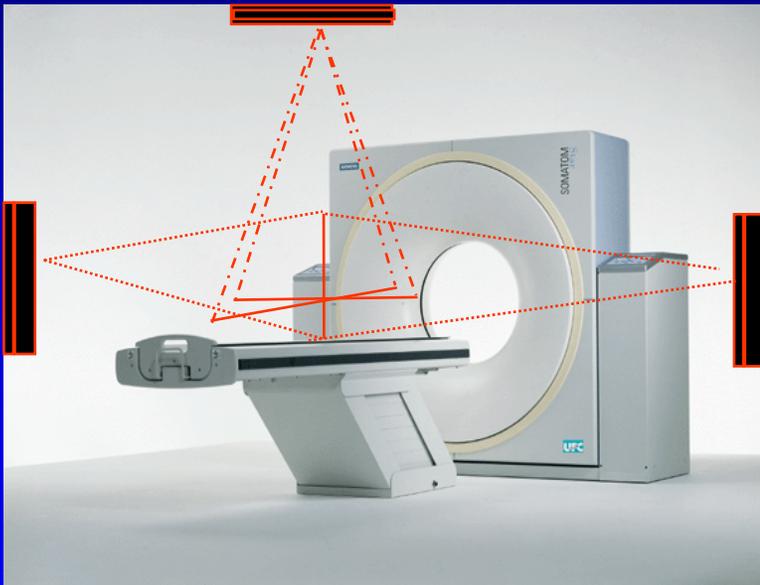
Simulazione Virtuale

La **Simulazione Virtuale** è una procedura di Radioterapia con le medesime finalità della **Simulazione Tradizionale**

Virtuale significa che la procedura non richiede l'utilizzo di una Unità di Simulazione

Simulazione Virtuale

Ricerca dell'ISOCENTRO sul paziente

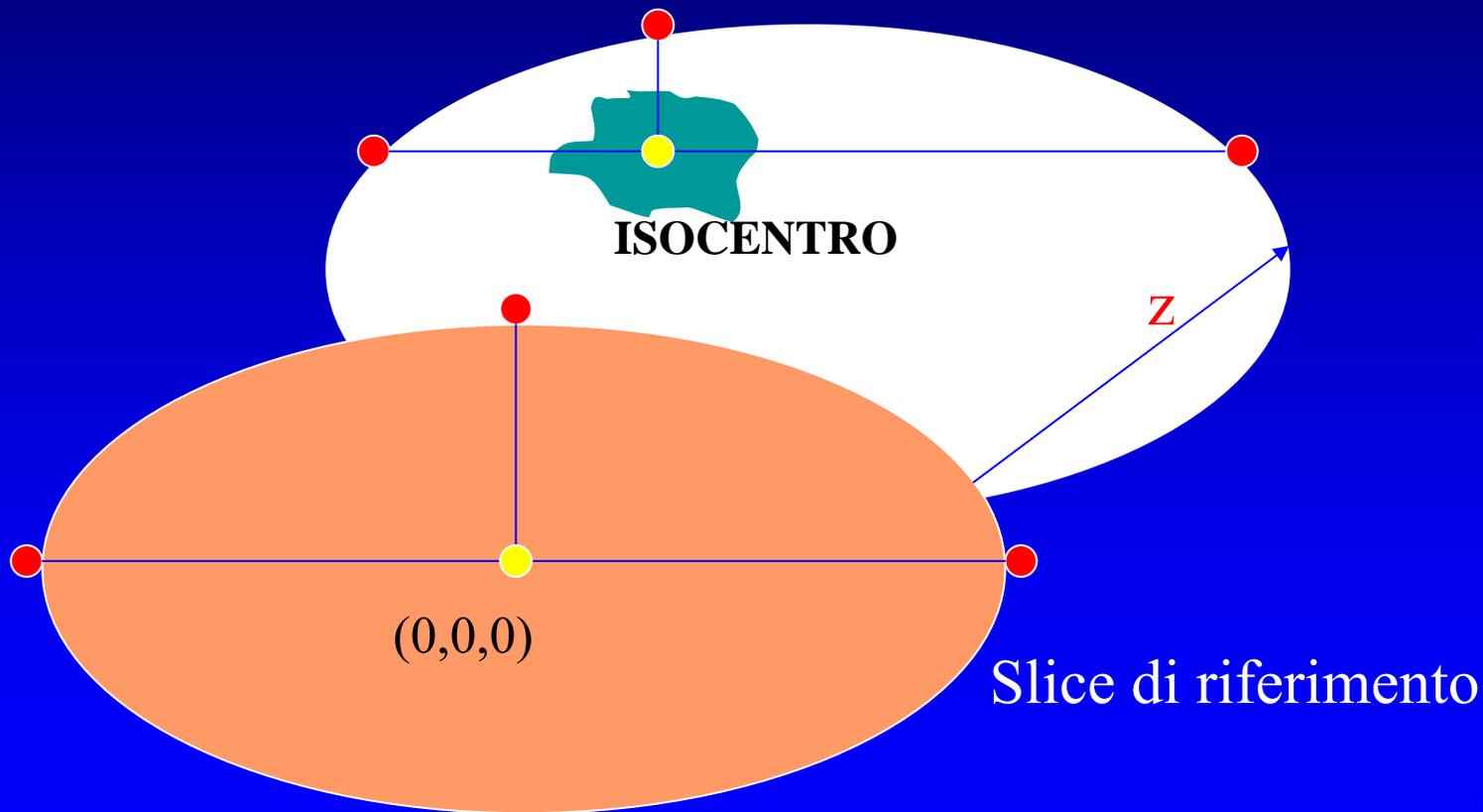


Sistema a Laser Mobili

Simulazione Virtuale

Viene individuato sul paziente l' **ISOCENTRO** del trattamento

I LASER vengono traslati nel punto x, y, z rispetto ad un riferimento



IMMAGINI per la visualizzazione della distribuzione di dose

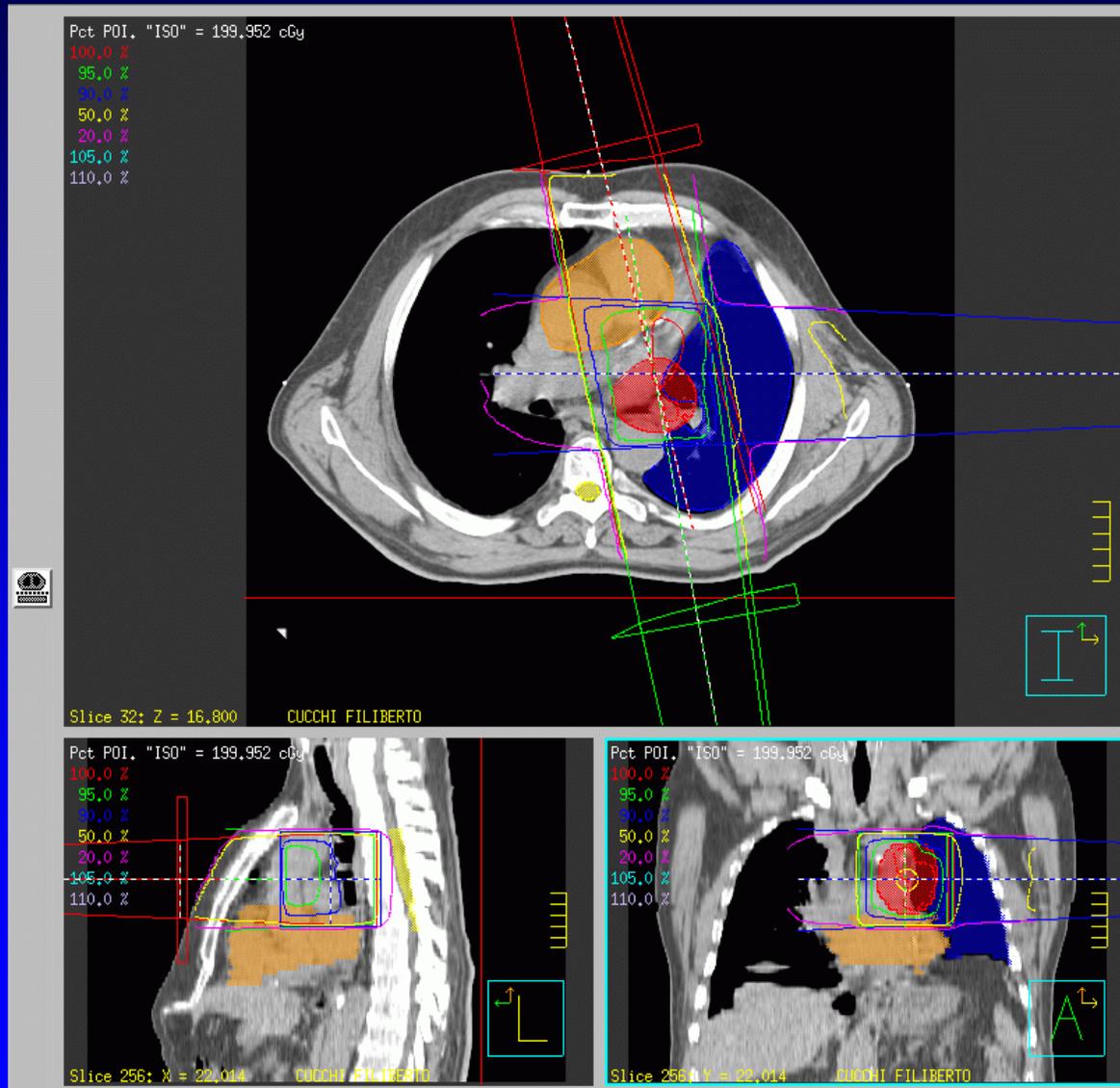
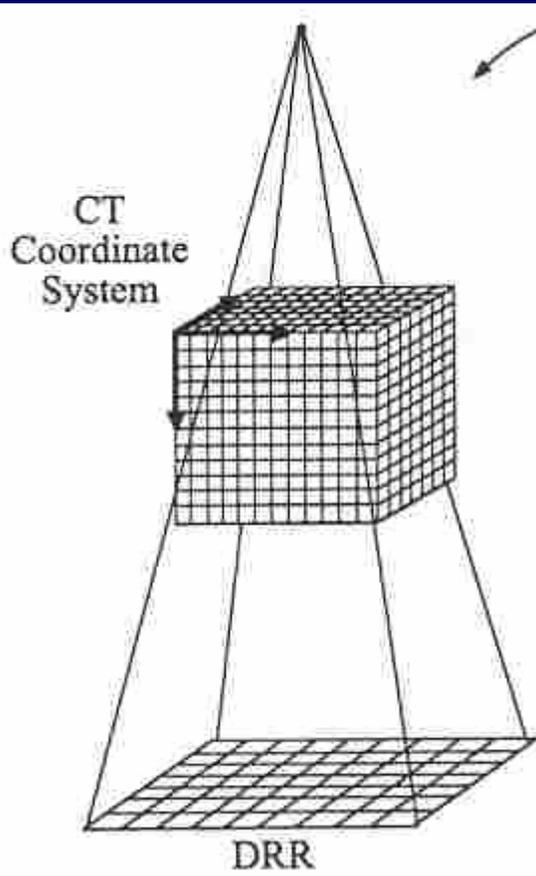


Immagine DRR

Elaborazione del CT data set algoritmo di calcolo



Modello fisico di attenuazione : da una sorgente viene generato un fascio di raggi X virtuale che va ad incidere sul “modello paziente” (CT data set). Il fascio così attenuato genera un’immagine radiologica (la DRR).

In ogni VOXEL avviene una attenuazione del fascio dipendente dal μ (si tiene conto solo della componente primaria del fascio)

IMMAGINI per la verifica geometrica del trattamento

Immagine DRR Digitally Reconstructed Radiographs

È un'immagine planare (2D) ottenuta da una elaborazione (proiezione su un piano) di un insieme volumetrico “**CT data set**” (3D) ricavato mediante l'indagine CT di centratura con il paziente in posizione di cura

confronto Immagini DRR

Beam's Eye View Options

Beam: AP 346 w Display rotation (deg): 180

Window: BEVBlock Background color...

Type: DRR

NOTE: Parameters apply to **all** DRRs in BEVs for this Beam.

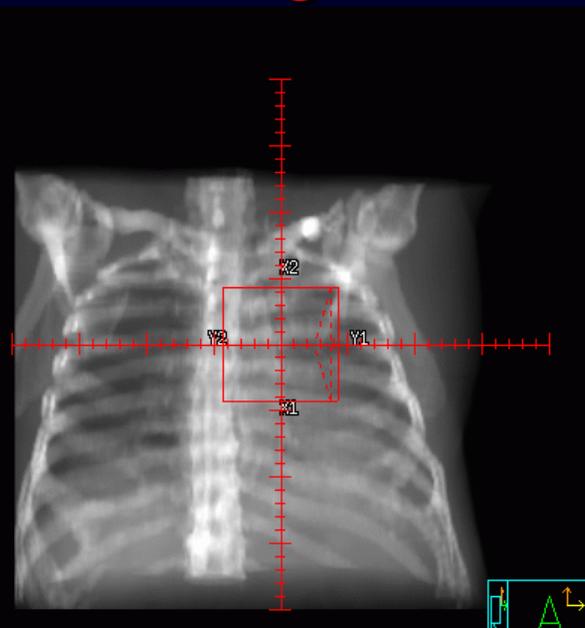
Window/Level **Settings**

	Step Size	Resolution	Energy (MeV)	Brightness
Normal	0.1	256	0.03	1
Fast	0.6	128		

Interpolation: Coarse Smooth Smoothest

CT to Density Table: DRR

Automatically generate DRRs: Yes No



Beam's Eye View Options

Beam: AP 346 w Display rotation (deg): 180

Window: BEVBlock Background color...

Type: DRR

NOTE: Parameters apply to **all** DRRs in BEVs for this Beam.

Window/Level **Settings**

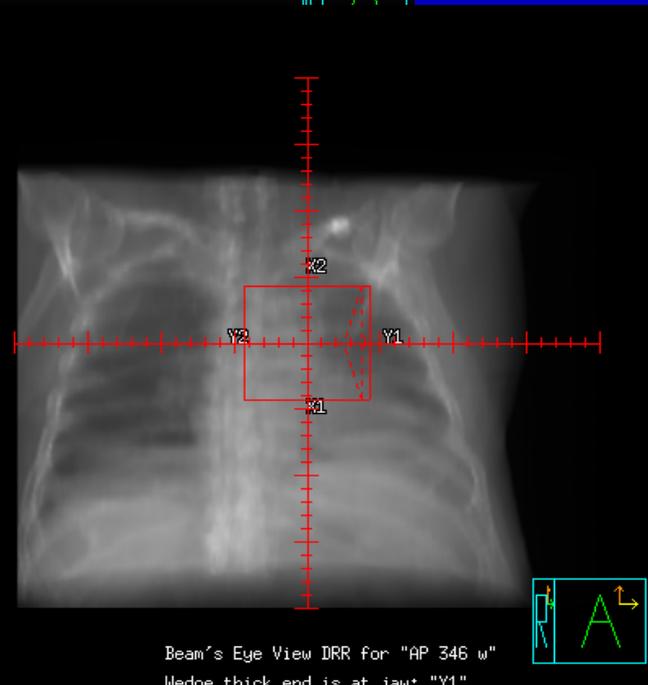
	Step Size	Resolution	Energy (MeV)	Brightness
Normal	0.1	256	0.03	1
Fast	0.6	128		

Interpolation: Coarse Smooth Smoothest

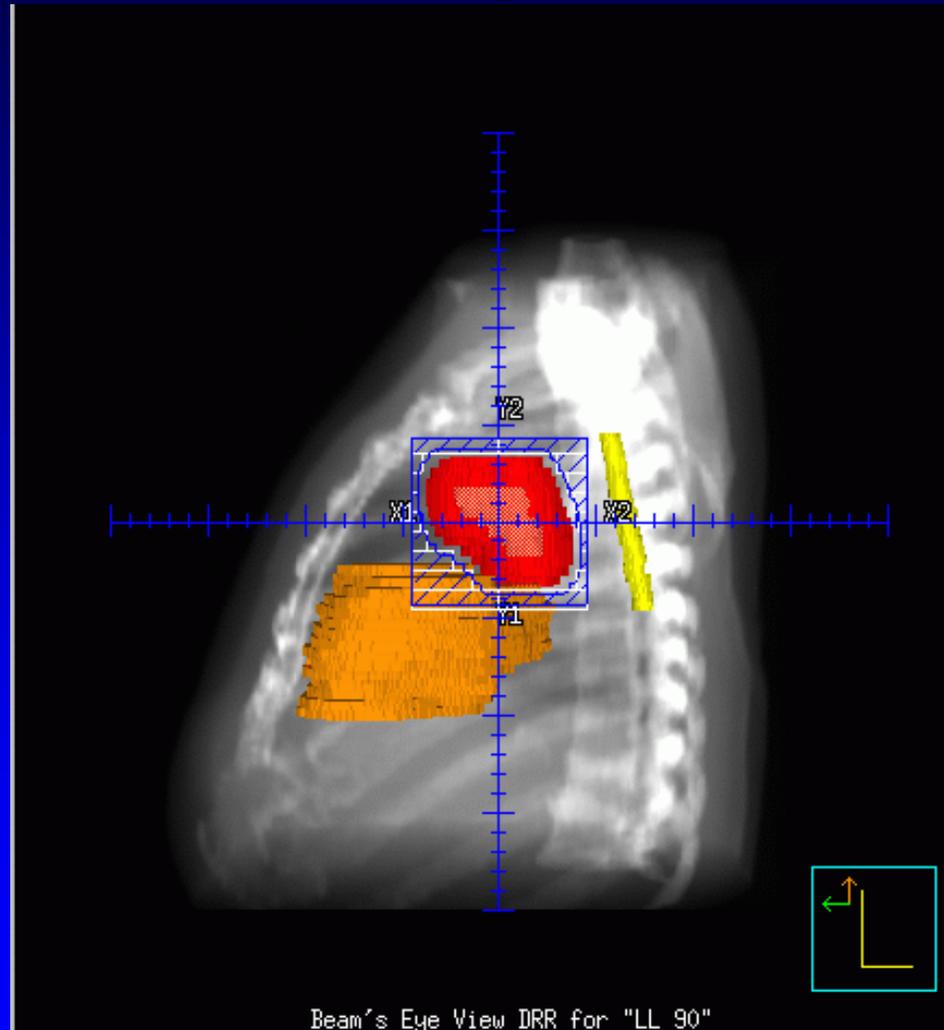
CT to Density Table: SOMATOM Siemens

Automatically generate DRRs: Yes No

Dismiss Help



altre caratteristiche dell'Immagine DRR



Confronto delle IMMAGINI

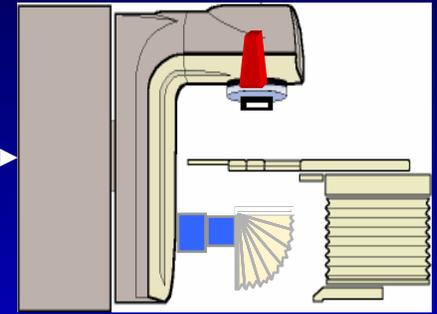
3D-Conformal



CT Unit



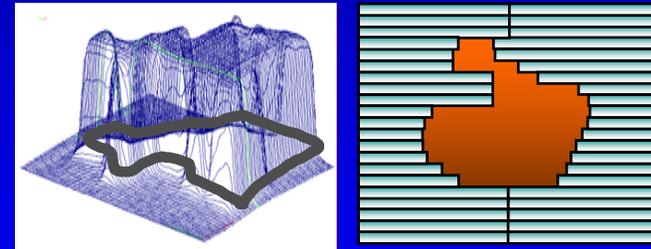
Plan Definition Virtual Simulation



Verify & Treatment



- CTV & PTV Plan Definition
- Organ at Risk Definition
- Geometrical Set-Up Definition
- Portal Images Verification



Portal Images Verification

RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS

SET UP UNCERTAINTIES IN PLANNING PROCEDURES: CT SCAN AND SIMULATION

Set up differences between DRR and simulator films: 39 pts

	x (mm)	y (mm)	z (mm)
Mean	0,4	0,6	0,3
SD	4,0	2,8	2,5
Max	9,0	8,0	8,0

RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS

SET UP UNCERTAINTIES IN PLANNING PROCEDURES: CT SCAN AND SIMULATION

CTV-PTV margins M in mm for set up variations only: 39 pts

	x (mm)	y (mm)	z (mm)
Reference: sim film	7	12	11
Reference: CT scan	5	8	9
Reference: CT scan with correction protocol	4	4	5

Margins: $M = 2 \Sigma + 0,7 \sigma$

Σ = standard deviation of systematic error; σ = average of random error

RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS

SET UP UNCERTAINTIES IN PLANNING PROCEDURES: CT SCAN AND SIMULATION

- Setup errors at the simulator become systematic errors if the simulation defines the reference set up
- The omission of a separate simulation step can reduce systematic errors
- Systematic errors can be furtherly reduced with the application of an off line correction protocol
- Such a protocol should be based on DRR
- The definitive isocenter can be marked directly at the CT scan, omitting the simulation step and its associated errors

HYPOFRACTIONATED STEREOTACTIC RADIOTHERAPY:

**ANALYSIS OF DOSIMETRIC
IMPLICATIONS OF SET UP ERRORS**

CONVENTIONAL RADIATION THERAPY IN EARLY STAGE LUNG TUMORS

LOCAL FAILURE RATE AFTER IF RT (CT based plans): T1-T2 N0 pts

Author	Total dose/days	BED late	BED acute	LFR%
● Noordijk	60 Gy/47	120,0	63,4	70
● Slotman	48 Gy/16	112,0	76,4	6
● Cheung	52.5 Gy/26	98,4	67,8	41
● Morita	64.7 Gy/44	107,8	65,3	44

$$\text{BED late} = nd \times (1 + d / \text{alfa/beta})$$

$$\text{BED acute} = nd \times (1 + d / \text{alfa/beta}) - \ln 2 \times (T - T_k) / (\text{alfa} \times T_{\text{pot}})$$

STEREOTACTIC RADIATION THERAPY IN EARLY STAGE LUNG TUMORS

LOCAL FAILURE RATE AFTER HYPOFRACTIONATED IF RT
(CT based plans): T1-T2 N0 pts

Author	Pts	Dose/ N.Fx	Local control
● Uematsu	50	50 Gy/5 *	96%
● Nagata	33	48 Gy/4 ^	92%
● Arimoto	24	60 Gy/8 ^	94%
● Wulf	17	45 Gy/3 *	94%
● Hof	5	26 Gy/1^	100 %

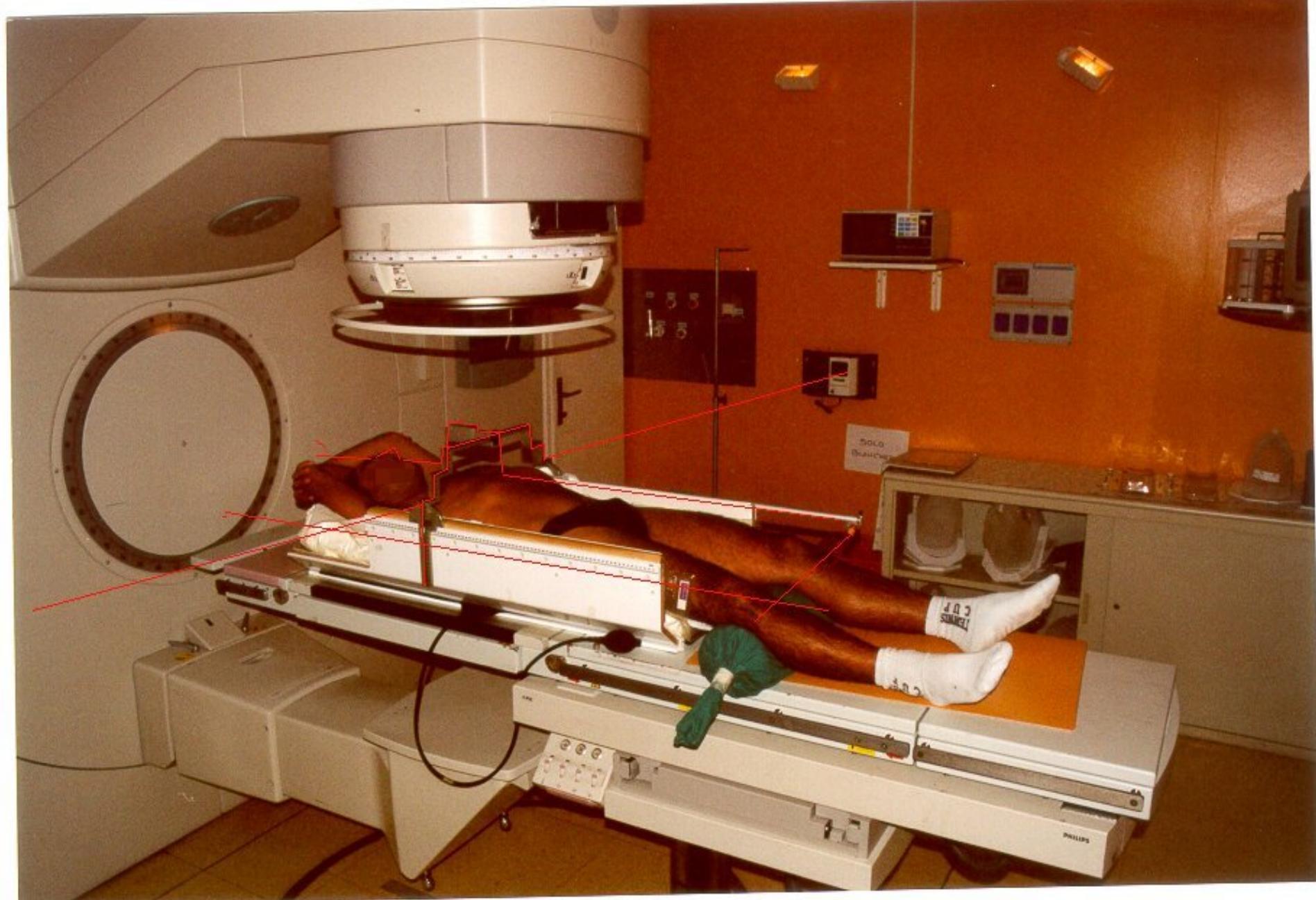
* Prescribed to reference isodose

^ Prescribed to isocenter

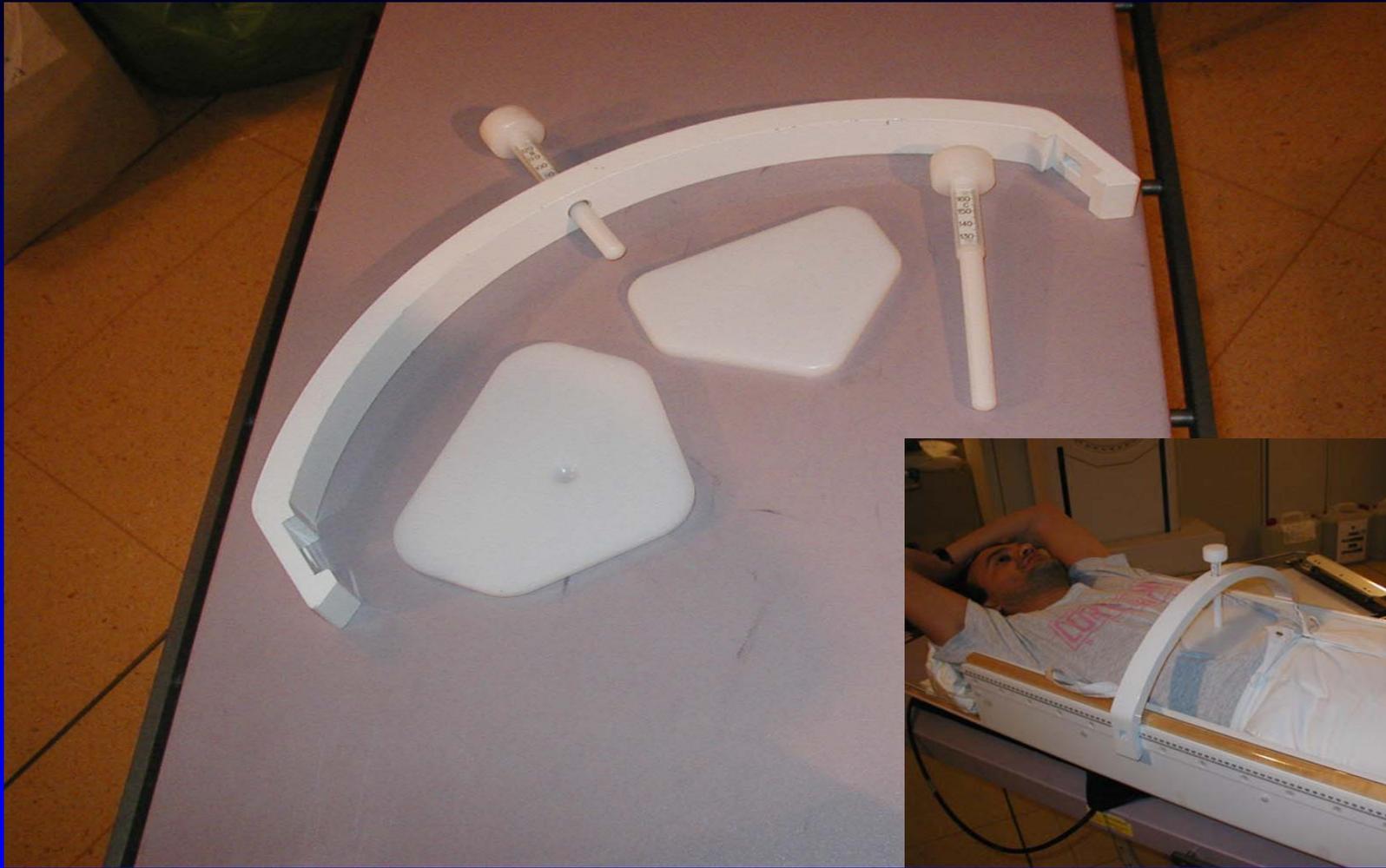
***CLINICAL EXPERIENCE AT OSPEDALE
BELLARIA***

STEREOTACTIC RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS AT OSPEDALE BELLARIA

- April 2001- January 2004
- 56 pts, 21 females and 35 males
- Age: 44-81 years
- 61 lesions; 25 primary NSCLC T1 N0: 17 pts
T2 N0: 8 pts
36 metastases (mainly from colon ca)



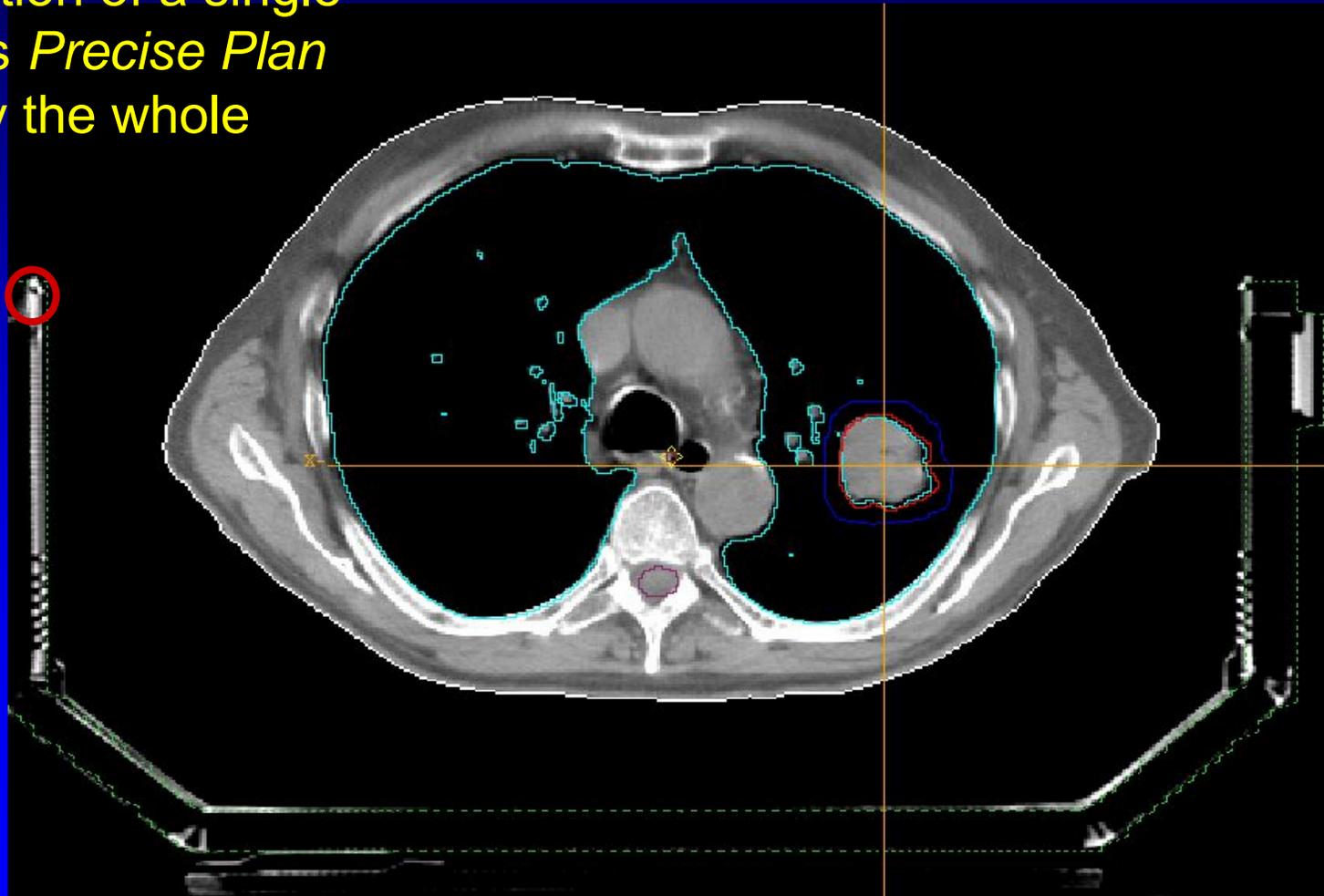




Controlled compression of of abdominal wall was employed only when fluoroscopy showed a motion of the target of $> \pm 7$ mm

AUTOMATED IDENTIFICATION OF THE FRAME

The identification of a single marker allows *Precise Plan 3 D* to identify the whole frame

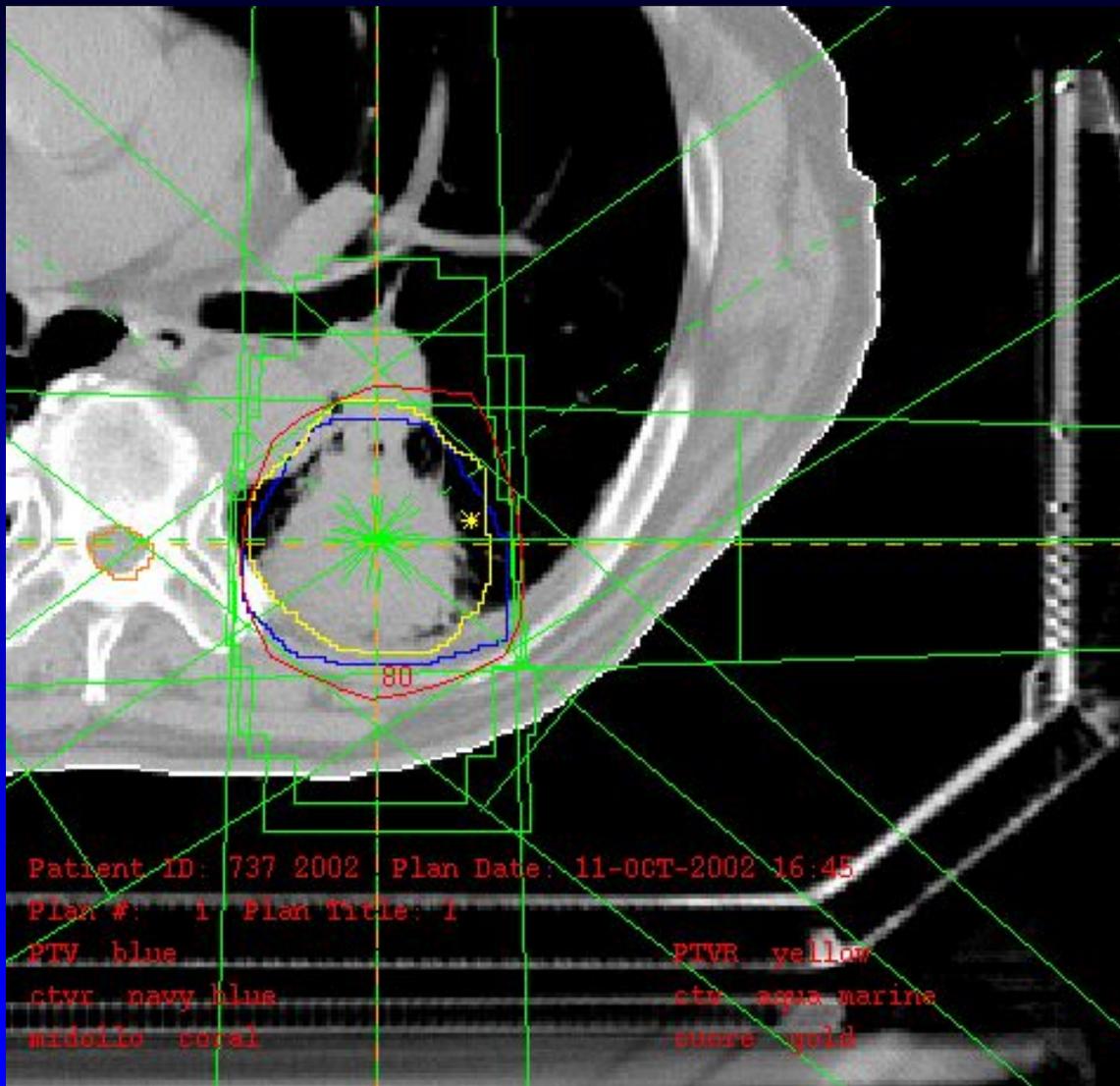


Spatial
SBF Body Frame

X	29.0	◀ ▶
Y	13.3	◀ ▶
Z	68.3	◀ ▶

STEREOTACTIC RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS AT OSPEDALE BELLARIA

- GTV and OAR were delineated on CT scan acquired for treatment planning (3 mm spaced sections)
- CTV was obtained with a 5 mm isotropic expansion of GTV
- PTV was obtained adding to CTV a 5 mm margin on transversal plane and a 10 mm margin in cranio-caudal direction



Patient ID: 737 2002 Plan Date: 11-OCT-2002 16:45

Plan #: 1 Plan Title: 1

PTV blue

PTVR yellow

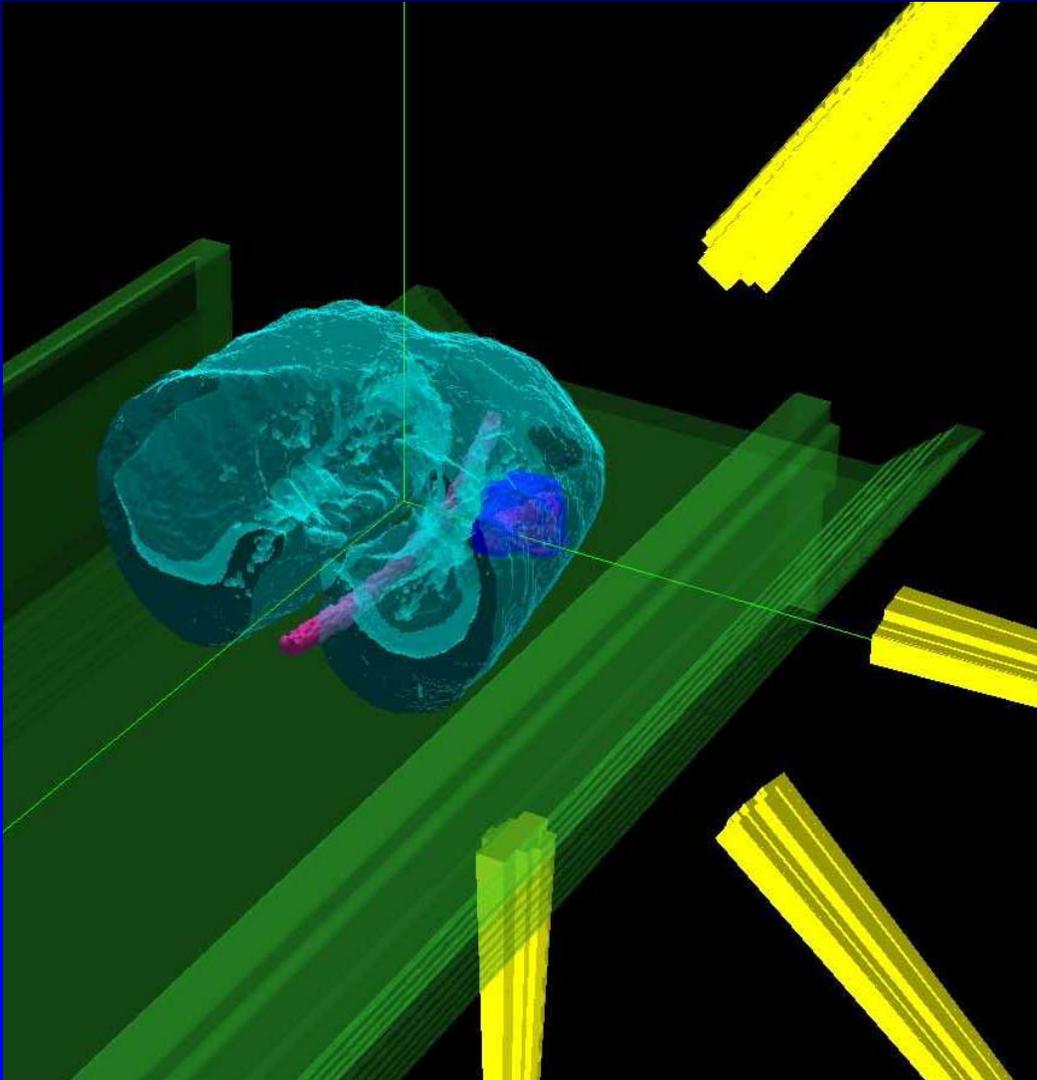
ctvr navy blue

cte aqua marine

middle coral

suere gold

TREATMENT PLANNING



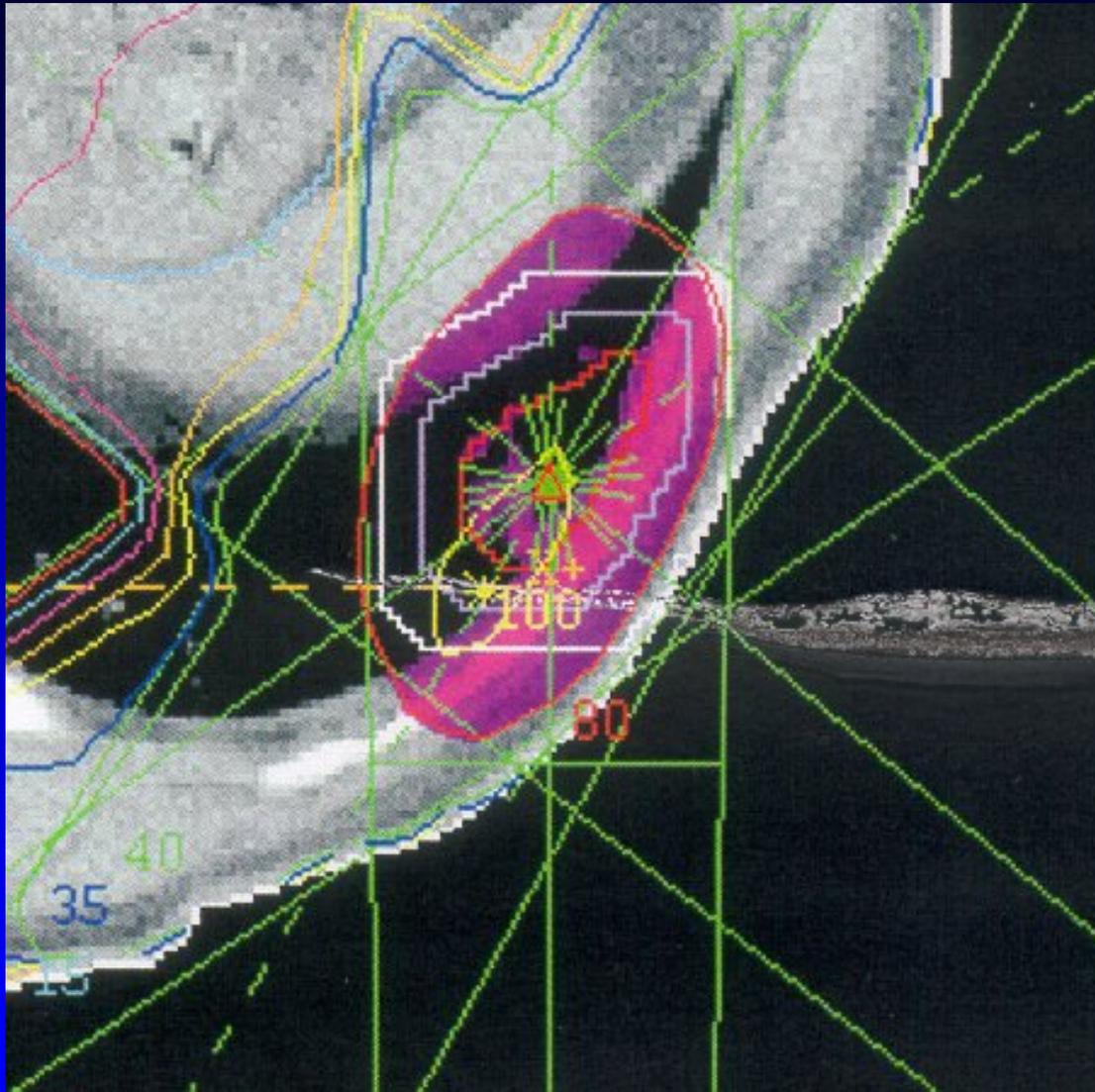
Treatment technique

- ◆ 4-7 static fields, 6-10 MV
- ◆ Conformation with MLC
- ◆ Not coplanar fields distributed over a wide solid angle
- ◆ No opposed fields



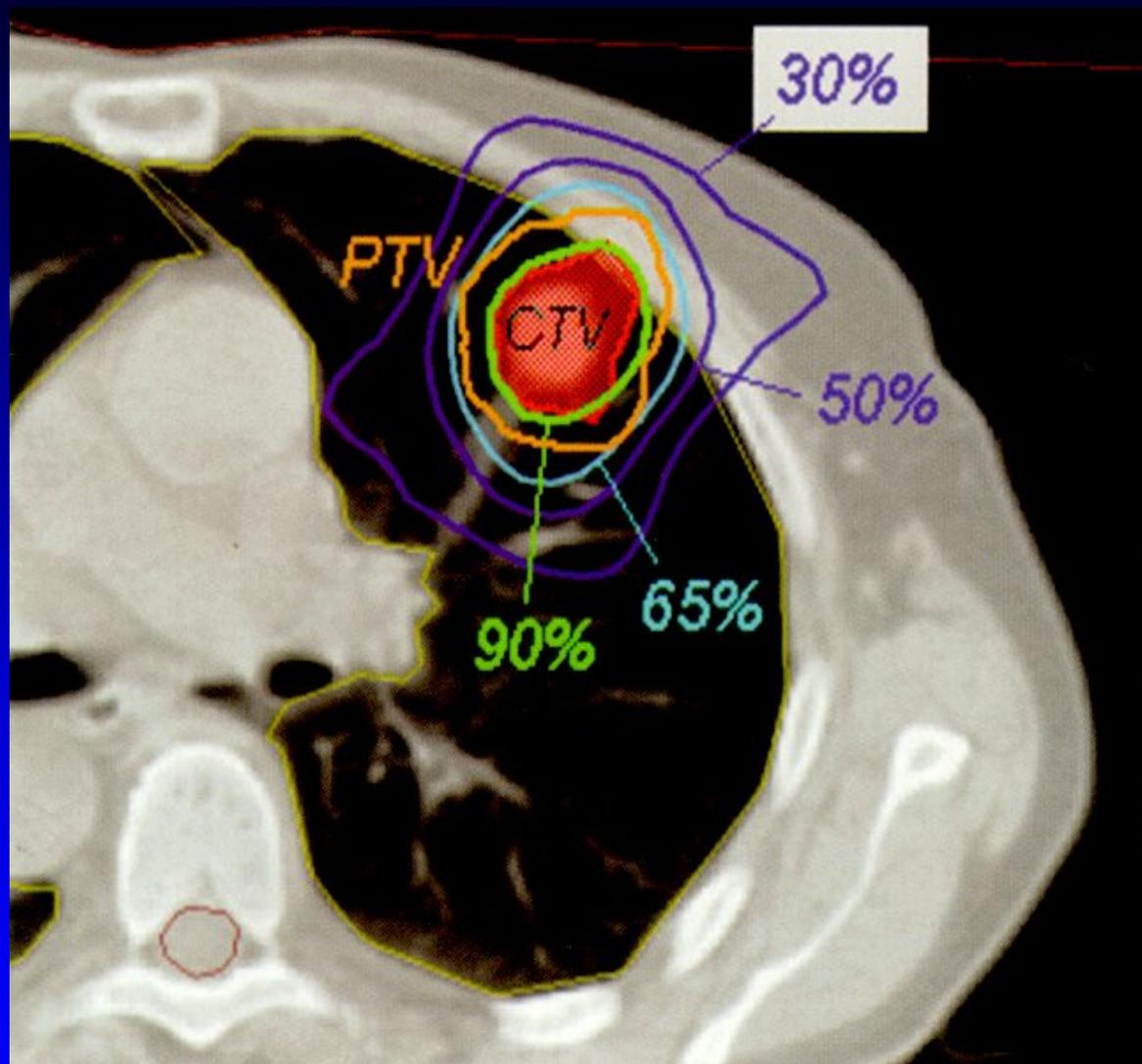
Indiana University

*Graphical representation of
the Stereotaxic Body
Frame.*

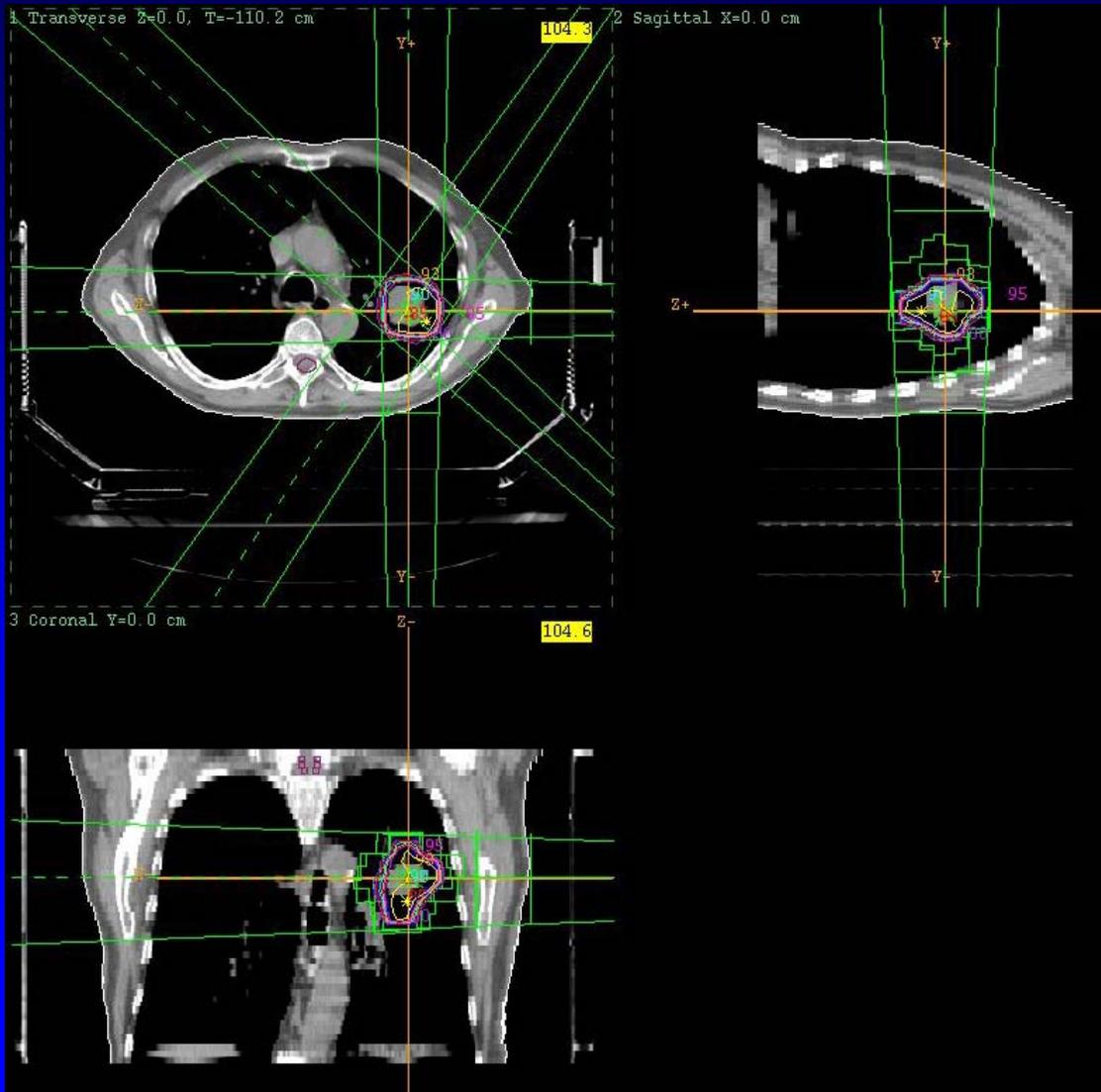


THE USE OF MULTIPLE CONFORMED NOT COPLANAR BEAMS CAN INCREASE THE CONFORMITY NUMBER AND CAN DETERMINE A RAPID DECREASE NOT ONLY OF TOTAL DOSE, BUT ALSO OF DOSE PER FRACTION. THIS EFFECT REDUCES THE RISK OF TOXICITY IN LATE REACTING TISSUES

$$\text{CN(conformity number)} = \frac{\text{PTV}_{\text{ref}}}{\text{PTV}_x} \times \frac{\text{PTV}_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}} = 0,82$$



DOSE PRESCRIPTION



- ◆ Isocenter = point of dose normalization
- ◆ Minimal dose to PTV: 80%
- ◆ Dose inhomogeneity to PTV: 20-30% (110-80% of dose to isocenter)

FRACTIONATION

Primary tumors:

5 fractions

10 Gy / fraction to
isocenter

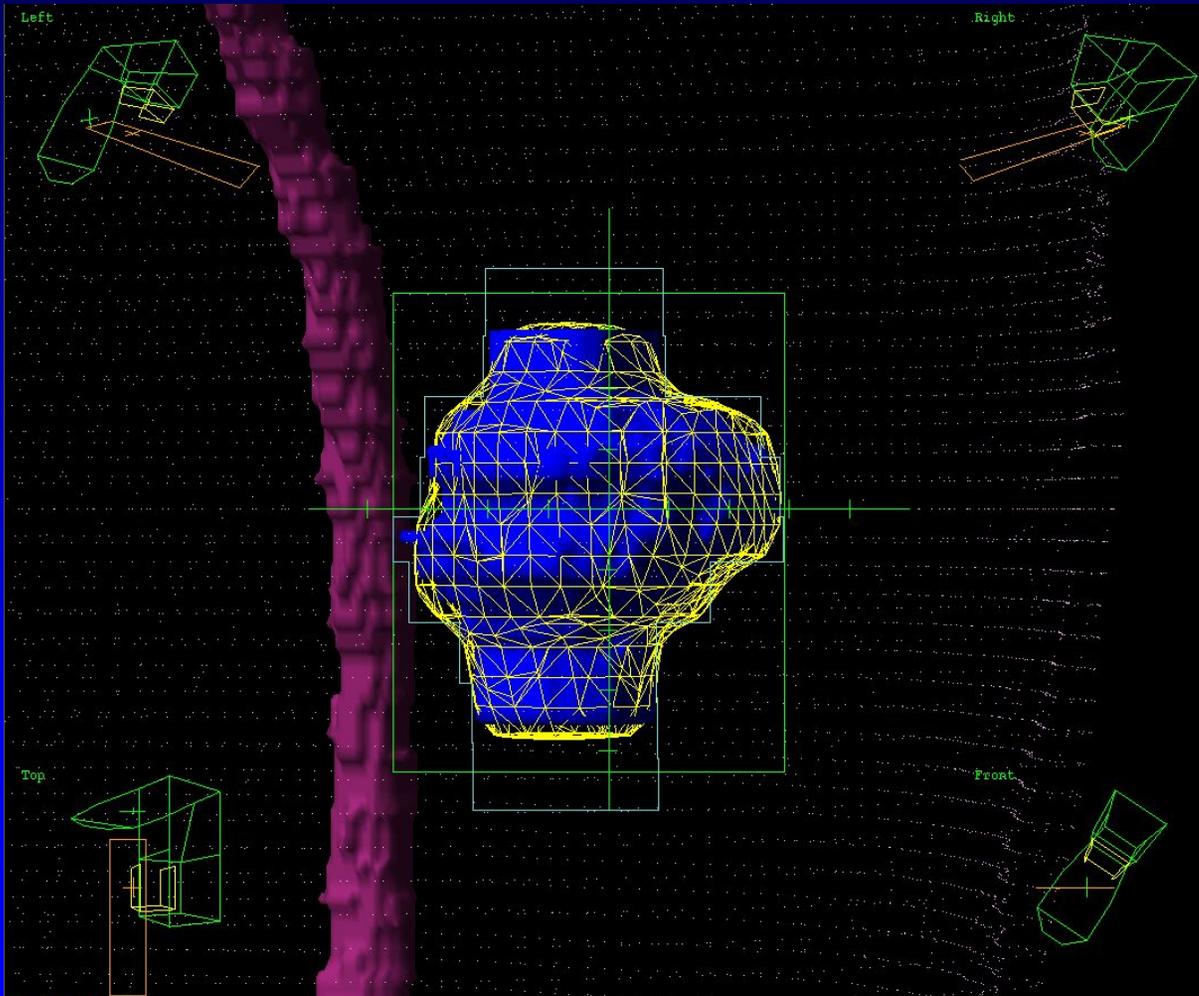
8 Gy / fraction to
80% isodose

Metastases

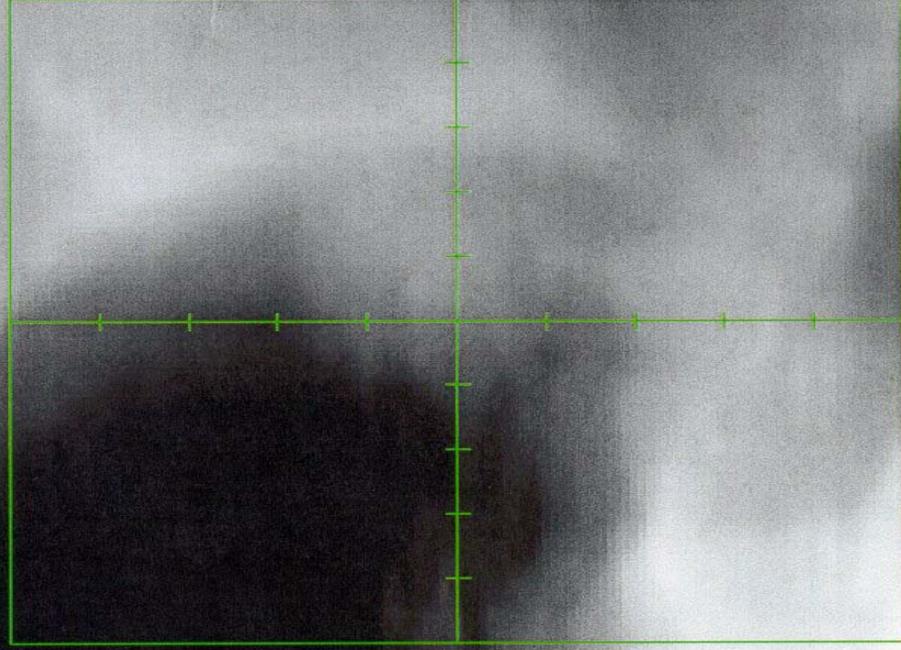
3 fractions

12 Gy / fraction to
isocenter

10 Gy / fraction to
80% isodose

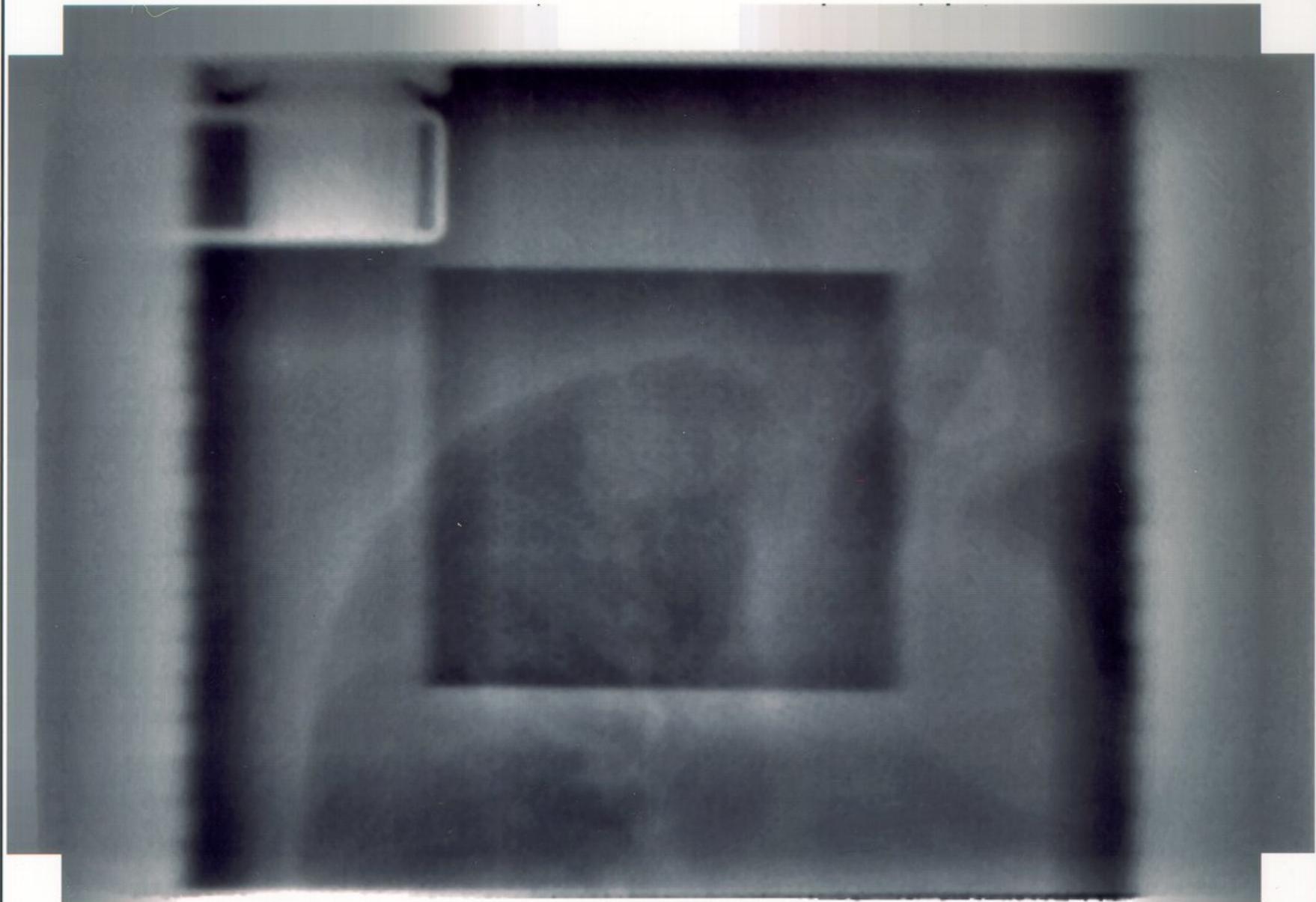


DRR Beam (# 6) AMT CEN



SF line green
cuore orange
polmoni green

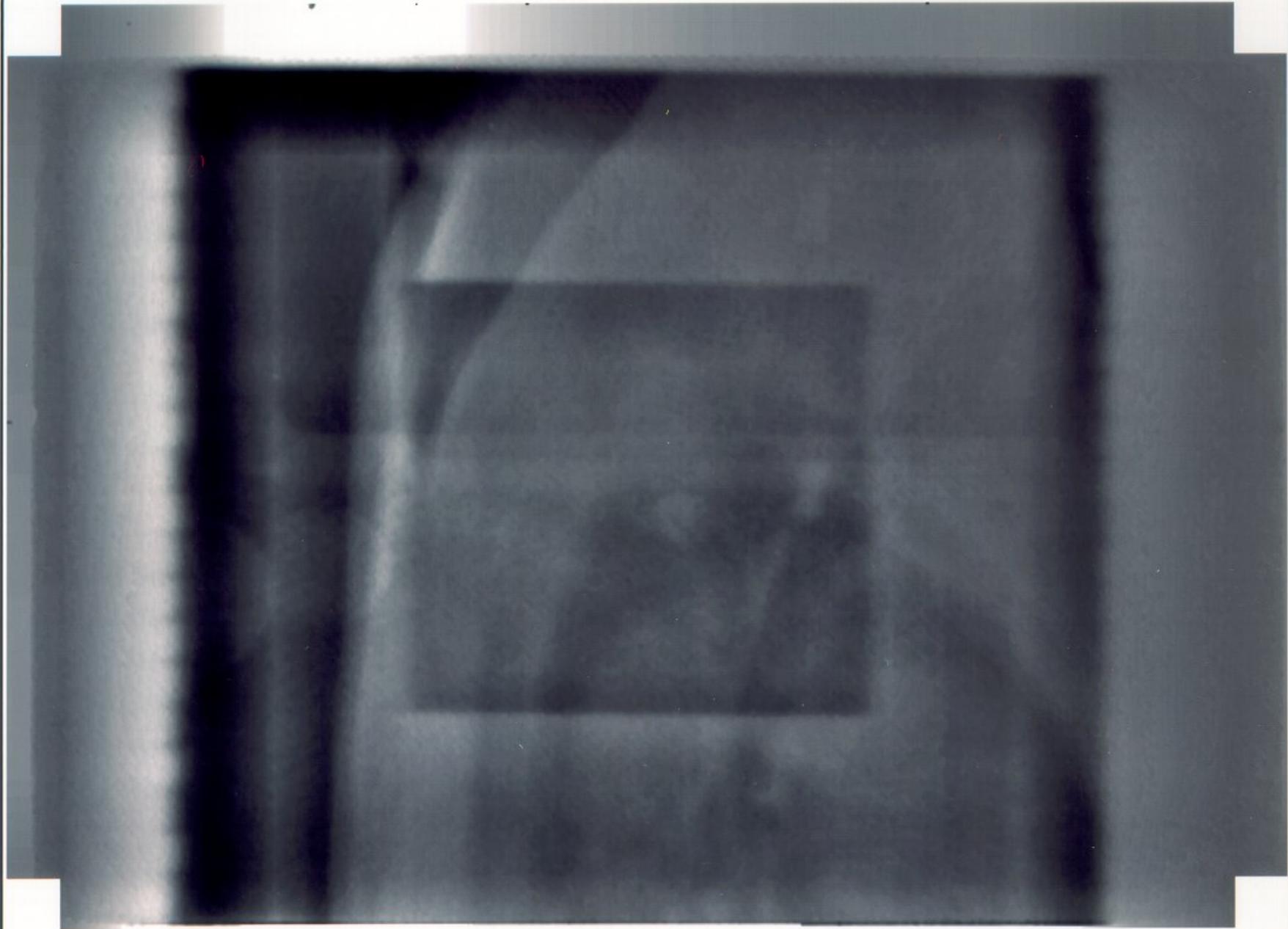
FV yellow
ctv red
midollo magenta





SFZ lime green
cuore orange
polmoni green

PTV yellow
ctv red
midollo magenta



➤ Dose constraints to OAR were the following:

Lung: $V_{12} < 20\%$ Vol

Heart: $< 3 - 3,5$ Gy/fraction

Cord: $< 3 - 3,5$ Gy/fraction

Esophagus: < 4 Gy/fraction (< 1 cc $> 95\%$ dose)

➤ BED 3Gy to heart and to spinal cord was:

$$3 \times 5 \left(1 + \frac{3}{\alpha/\beta} \right) = 30 \text{ Gy}_3$$

which corresponds to approximately to a total dose of 18 Gy with conventional fractionation

- Treatments were given daily.
- In all pts with more than one lesion treatment was performed in two different courses separated by a 2 weeks interval (dose distribution was however calculated as the sum of all treatments)
- V12 to lung ranged from 4,0% to 25,7% of volume
- Mean dose to lung ranged from 190 cGy to 789 cGy
- Total lung volume ranged from 2008 to 7660 cc (4 pts had already been submitted to pneumonectomy for a previous lung cancer)

STEREOTACTIC RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS AT OSPEDALE BELLARIA

CTV (cc)		PTV (cc)	MLD (cGy)	V12%
< 20	range	18,8-71,4	190-496	5,1-12,8
	mean	41,6	298,6	8,1
20-50	range	71,3-116,4	206-614	4,0-17,1
	mean	88,5	389,9	11,1
> 50	range	118,8-231,6	335-789	5,9-25,7
	mean	126,1	531,1	14,5

STEREOTACTIC RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LUNG TUMORS AT OSPEDALE BELLARIA

Dose	Lesions	LC (%) [*]
3600 cGy / 3 fx.	36	32/36 (88.8%) [#]
5000 cGy / 5 fx	25	25/25 (100,0%) [°]

^{*}Absence of progression in the irradiated volume

Follow up: 5-28 months; median f.u.: 16,4 months.

[#]14 patients relapsed in distant sites

[°]5 patients relapsed in distant sites (controlateral lung: 2 pts., brain: 2 pts., abdomen:1 pt.)

CT/e SYSECT
Ex: 839
Se: 3
SN 548.00
Te: 7

A 134

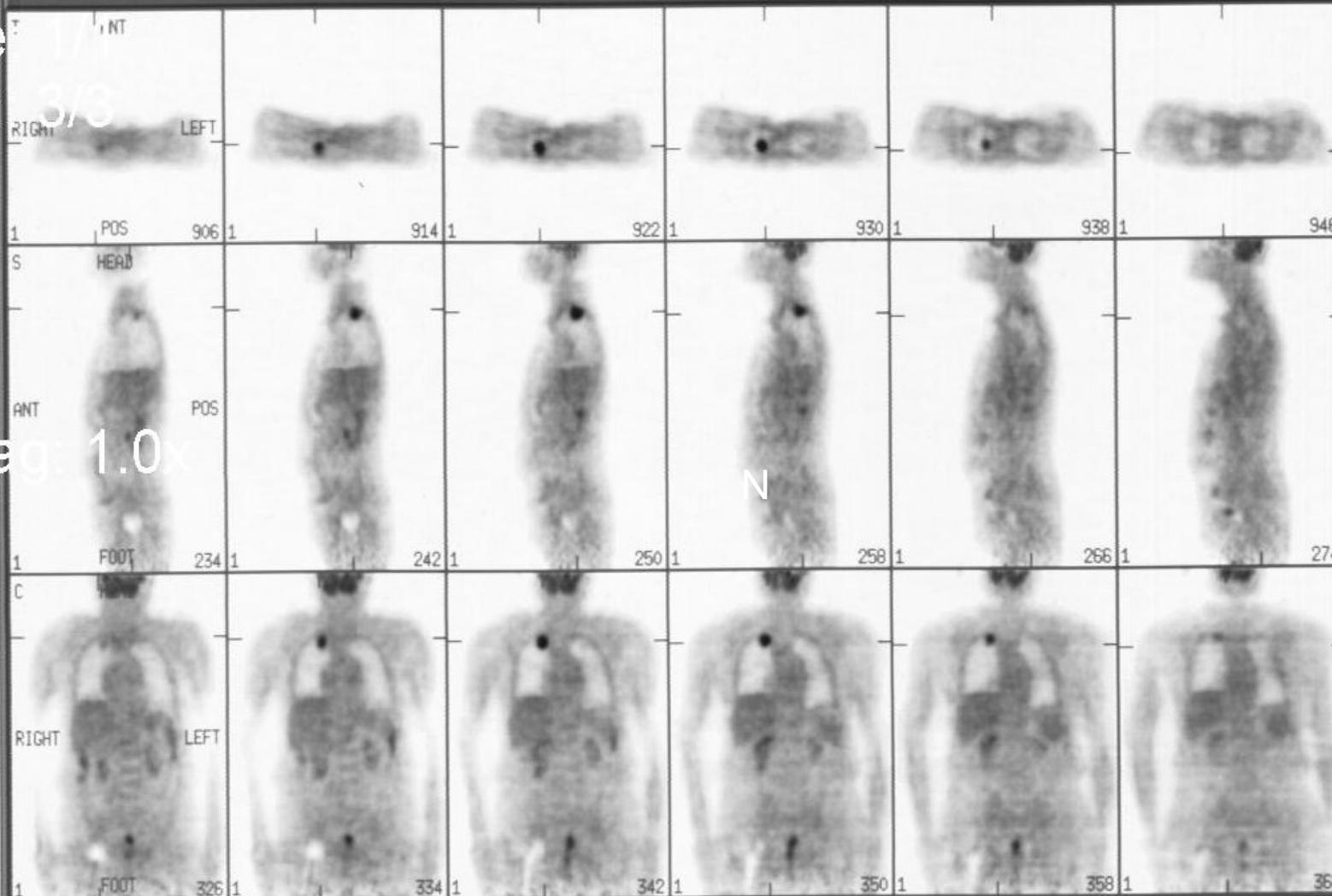
CASA DI CURA VILLA TORRE
Req. Num: TORACE
LEPPARONE WALTER
N. SO 839
DOB: 24 May 1921
14 Mar 2002
512
PF: 1.1

DDIV 35.0cm
GHST



kv 140
mA 112
Auto mA: MAX
Shoulder 1
5.00cm/8.00
Tilt: 0.0
1.0s /HE 09:32:35/03.75
W: 1613 L: -405

P 184



Slice []

906

Slice []

234

Slice []

326

File 1: p1462s0_BODY.img Acq Date: 23 Apr, 2002
Name: VALTER LIPPARINI Birth Date: 24 May, 1921 Id: 10931

LIPPARINI WALTER

DOT. BELLINI STEFANO

A

PAT2: 155688

ACC:

TC TORACE

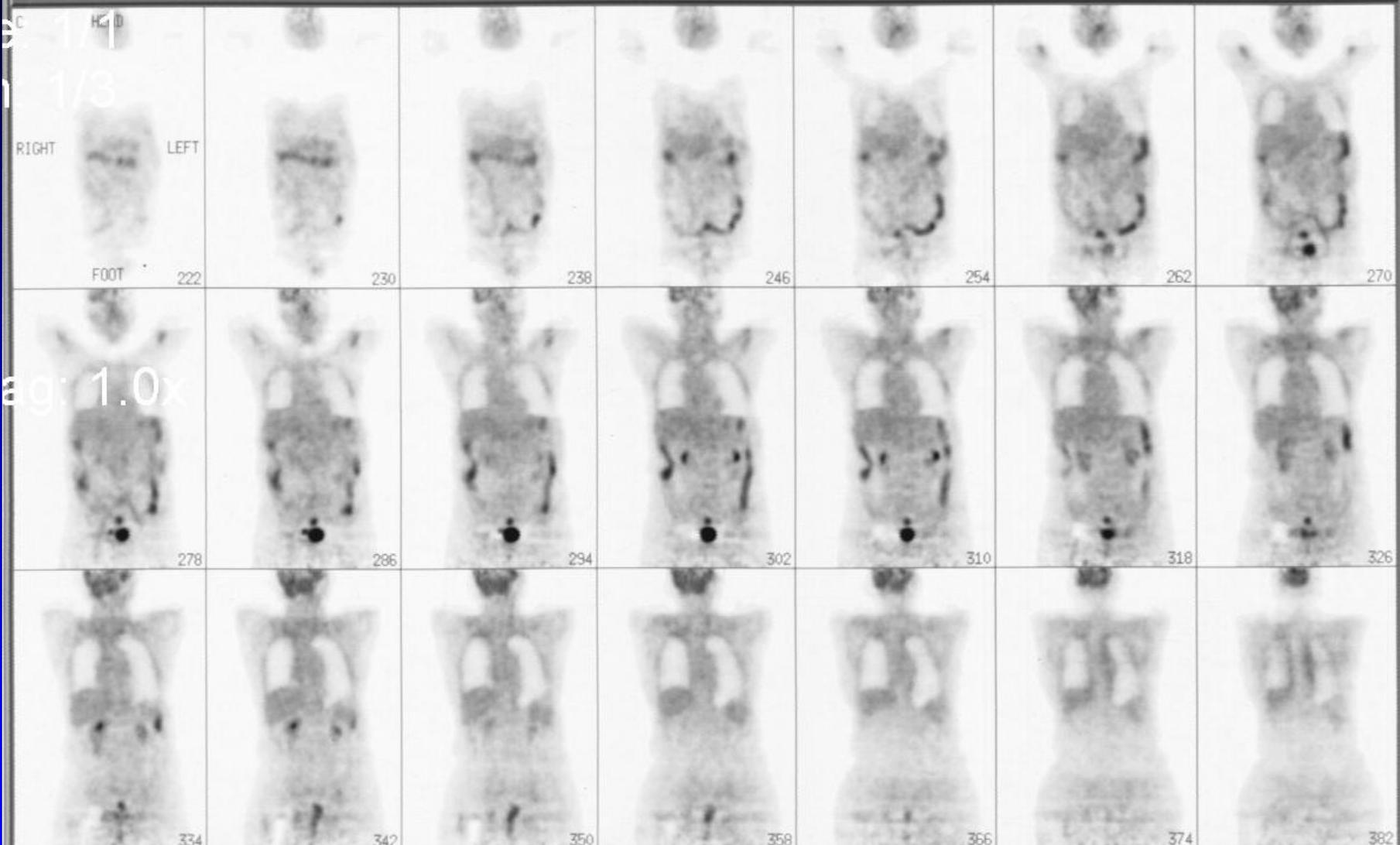
08/12/2002

10:22:05



2821
CT

1230430
1500
1.13



File 1: p1462s1_body.img Acq Date: 18 Dec, 2002

Name: VALTER LIPPARINI Birth Date: 24 May, 1921 Id: 109319

Slice



222

RIZZA ANTONIO
193004
Image 8
13:45:59
Scan 8
TP -137

SOMATOM HiQ S VB2
AZIENDA USL (CRA) PRESIDIO LUGO

ANTERIOR

R
I
G
H
T



W 1650
C -350

26-AUG-02 HRCT

RIZZA ANTONIO
192004 F/74y
6258-7 TORACE HRCT
113.90 mm

Ospedale Di Lugo R
Philips Mx8000 Dual 1
1 Feb 2003 08:57:09.3 6
120kV, 250mAs 1
SC 340.0 mm
SW 1.00 mm
ST 1.00s
Z 1.30

R

F

10 cm

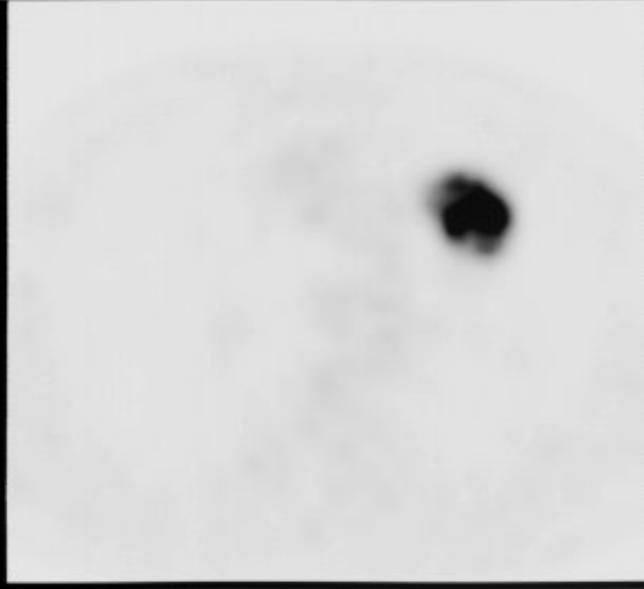
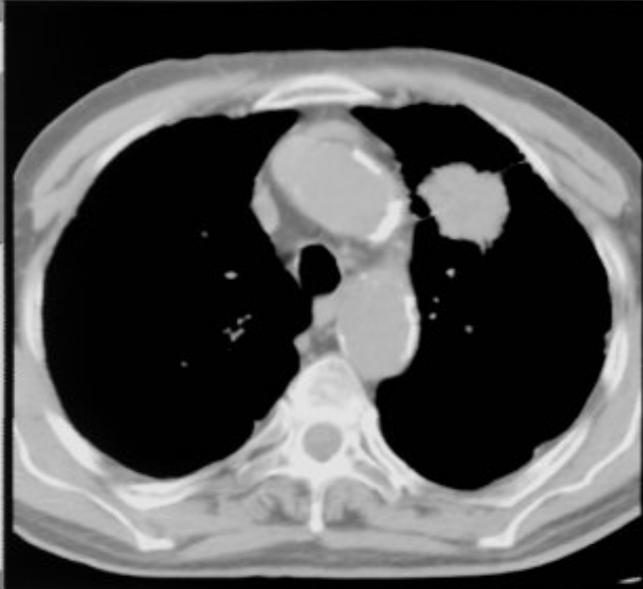
C1 -350
W1 1650



Splash Zoom Pan Regions

5/23/2003 17:00

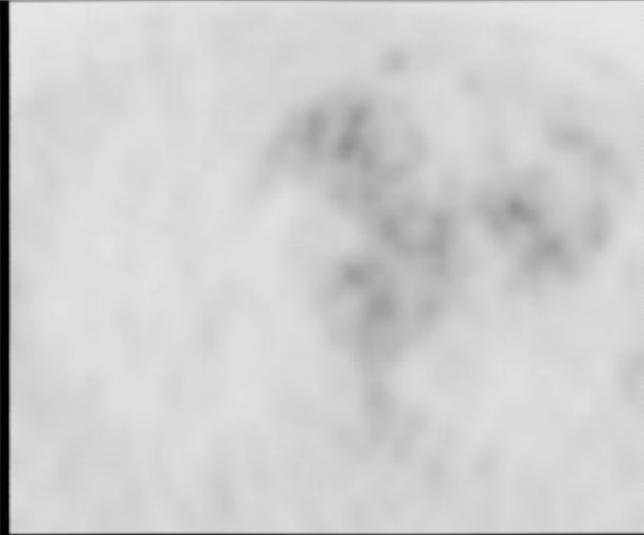
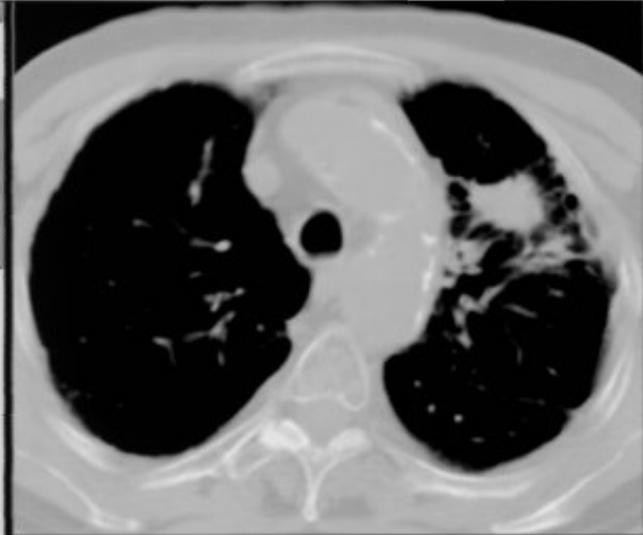
ctpet005



PET CT Review
Splash Zoom Pan Regions

2/2/2004 12:34

ctpet001



STEREOTACTIC RADIATION THERAPY IN LUNG TUMORS : CONCLUSIONS

- HYPOFRACTIONATED RADIOTHERAPY WITH STEREOTACTIC LOCALIZATION IN EARLY STAGE NSCLC AND IN SMALL SIZE SECONDARY LESION IS WELL TOLERATED
- HIGH DOSES (BED acute: 100 Gy 10) ARE NECESSARY TO ACHIEVE ACCEPTABLE RATES OF LOCAL CONTROL
- NO SIGNIFICANT TOXICITY HAS BEEN OBSERVED AT THE DOSE AND DOSE /VOLUME LIMITS DESCRIBED BEFORE

RADIATION THERAPY IN LUNG TUMORS : ***CONCLUSIONS***

- PROBLEMS THAT LIMIT A FURTHER DOSE ESCALATION ARE REPRESENTED BY:

A MORE ACCURATE DEFINITION OF GTV

AN IMPROVEMENT IN TREATMENT
REPRODUCIBILITY AND IN CONTROL OF
BREATHING (IMAGE GUIDED RT, BREATH
CONTROL DEVICES)

- THERE IS NO EVIDENCE ABOUT THE BEST FRACTIONATION SCHEME , AND FURTHER STUDIES ARE NECESSARY TO DEFINE THE ROLE OF HYPOFRACTIONATED TECHNIQUES

Trattamenti radioterapici ipofrazionati effettuati mediante “body frame”

CONCLUSIONI

nella nostra esperienza :

- sono trattamenti di radioterapia conformazionale di buona accuratezza
- risulta praticamente possibile irradiare con l'isodose di riferimento volumi che sono notevolmente conformati al volume bersaglio
- è di conseguenza possibile risparmiare gli organi sani circostanti meglio che nei trattamenti effettuati con tecniche convenzionali. A tal fine:
 - a) è necessario aggiungere margini da CTV a PTV che risultano inferiori ai margini che vengono aggiunti nei trattamenti effettuati con tecniche convenzionali
 - b) risulta di estrema importanza un corretto riposizionamento del paziente all'interno del body frame

Salvatore .G. aa 78 sesso maschile

Diagnosi aprile 03: carcinoma epidermoide del lobo polmonare superiore sinistro, diametro 4,2 cm, non adenopatie mediastiniche, T2 NO, non operabile per elevato rischio anestesilogico (BPCO, esiti di IMA, aneurisma aorta addominale).

Tc esordio (15/04/03): formazione espansiva del diametro di circa 4,2 cm a margini spiculati a livello del lobo superiore di sinistra. Tale formazione prende contatto con la parete toracica senza sicuri aspetti infiltrativi. Non sono apprezzabili adenopatie mediastiniche di diametro trasversale superiore a 1 cm

Broncoscopia: negativa
→

PET (23/05/03): iperfissazione al terzo superiore del polmone sinistro, assenza di ipercaptazione a livello mediastinico e negli altri distretti corporei esaminati.....

Radioterapia Luglio 2003: 50 Gy / 5 frazioni sulla lesione polmonare sinistra con localizzazione stereotassica

Tc (28/10/03): riduzione della neoformazione; esiti attinici

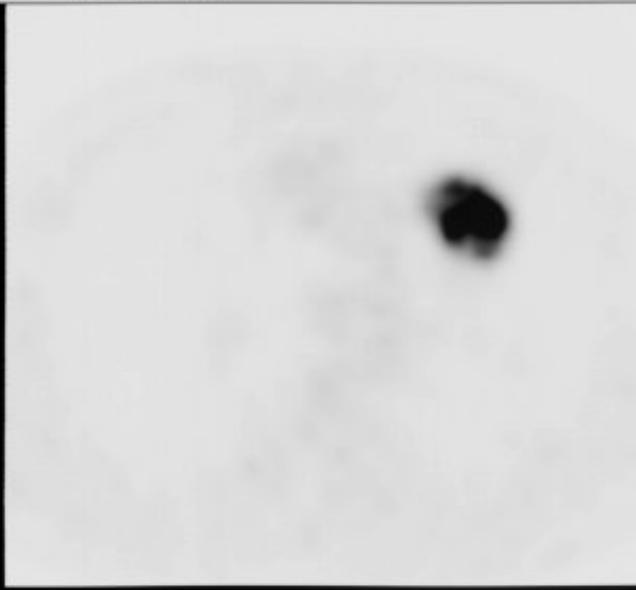
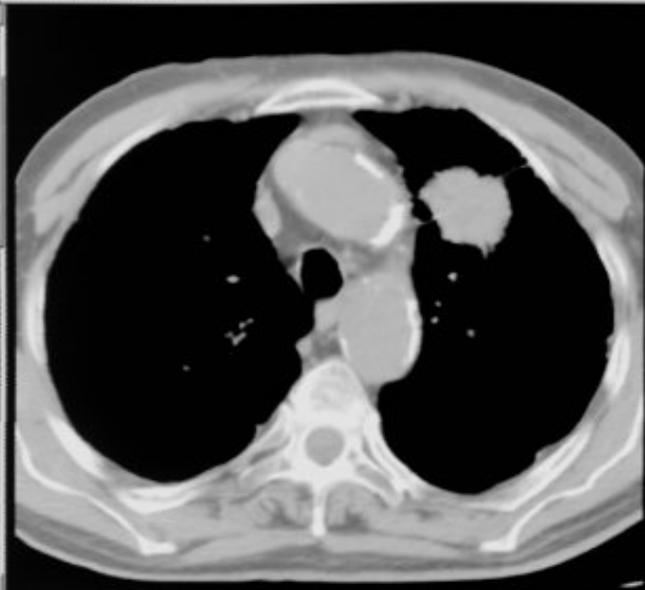
PET (02/02/04): scomparsa dell'area di ipercaptazione: risposta completa alla terapia

Maggio 2004: Il Paziente è attualmente vivo e libero da malattia

Splash Zoom Pan Regions

5/23/2003 17:00

ctpet005

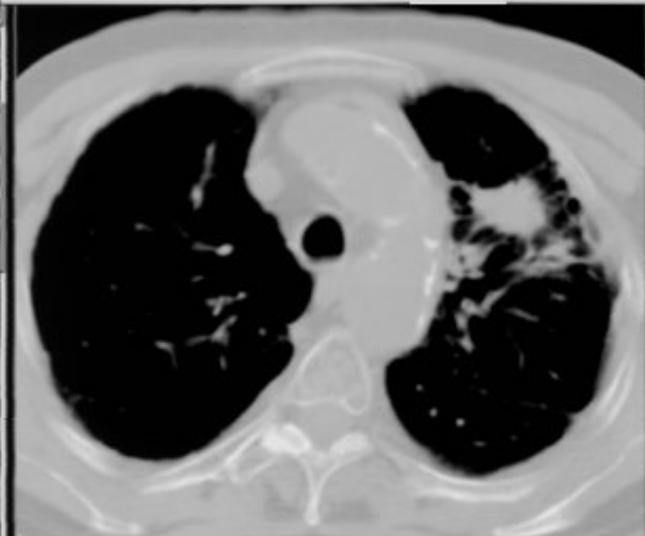


PET CT Review

Splash Zoom Pan Regions

2/2/2004 12:34

ctpet001



Armando N. aa 78 sesso maschile

Diagnosi Ottobre 02: adenocarcinoma del lobo polmonare superiore destro, diametro 3 cm, non adenopatie mediastiniche, T1 NO: lobectomia superiro destra e linfadenectomia ilo mediastinica (linfonodi 10 R, 7, 4R, 2R): pT1 N1.

Tc controllo (03/03/04): formazione espansiva del diametro di circa 1,8 cm a margini spiculati a livello del lobo superiore di sinistra. Non sono apprezzabili adenopatie mediastiniche di diametro trasversale superiore a 1 cm

PET (21/04/04): iperfissazione al terzo superiore del polmone sinistro, area iperattiva a livello dell'ilo polmonare sinistro, assenza di ipercaptazione a livello mediastinico e negli altri distretti corporei esaminati.....

