



Associazione
Italiana
Radioterapia
Oncologica

XXV CONGRESSO NAZIONALE

AIRO 2015

PALACONGRESSI - Rimini, 7-10 novembre



Simposio:

Ricostruzione mammaria ed implicazioni radioterapiche

Aspetti dosimetrici in presenza di espansore o protesi definitiva

Elisabetta Perrucci

SC Radioterapia Oncologica

Azienda Ospedaliera di Perugia

Ricostruzione mammaria dopo mastectomia

✓ Ricostruzione immediata
modalità più frequente

minore impatto psicologico
migliore attività sessuale
risparmio 2 int. op.

✓ Espansore/impianto
80% ricostruzioni ~

semplice
economica
> complicanze
soddisfazione pz buona

in aumento, < tessuto adiposo, estetica...

Momoh AO et al et al. Ann Surg Oncol 21:118-124, 2014
Chen SA et al. Radiat Oncol 8:45-53, 2013

✓ Timing ricostruzione protesica - RT

Ricostruzione prima di RT → < complicanze

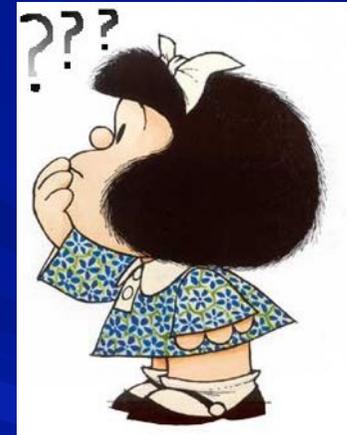
Berbers J et al. Eur J Cancer 2014

Modalità RT dopo mastectomia ± ricostruzione: controversie

Survey internazionali e USA

Grande variabilità nella pratica clinica

- ✓ Modalità planning
- ✓ Impiego Bolus
- ✓ Impiego del boost



Vu TTT et al. Clin Oncol (R Coll Radiol) 19:115- 119, 2007

Chen SA et al. Radiat Oncol 8:45-53, 2013

Blitzblau RC et al. Pract Radiat Oncol 3:241-248, 2013

Thomas K et al. Pract Radiat Oncol 4:466-471, 2014

Mayadev J et al. Clin Breast Cancer 15:43-47, 2015

Radioterapia dopo ricostruzione con E/I

Problematiche

- ✓ Comuni PMRT planning bolus boost
- ✓ Specifiche espansore/protesi
50-95.9% RT su espansore
60% port interno

1) materiale della ricostruzione

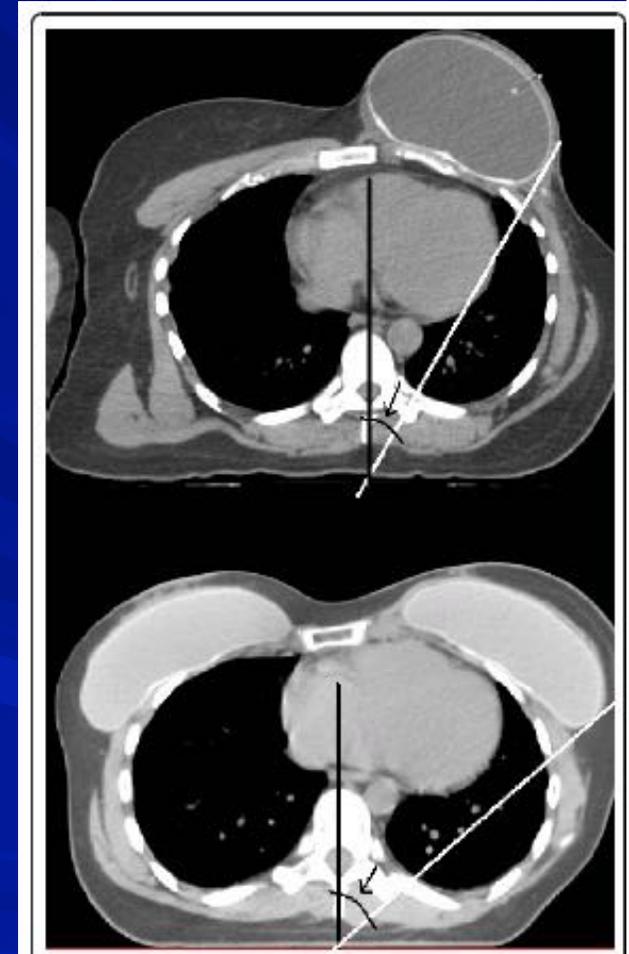
2) alterazione anatomia

No ricostruzione immediata se RT

Buchholz TA et al. *Oncologist* 7:539-546, 2002

Motwani SB et al. *Int J Radiation Oncol Biol Phys*, 66:76-82, 2006

Walsh SM et al. *Surgeon* 12:310-315, 2014



Da Russo J et al. *Radiat Oncol* 2011
modificata

Irradiazione della protesi definitiva al silicone

- ✓ Materiale tessuto equivalente
- ✓ Comportamento analogo a tessuti molli per attenuazione del fascio backscatter



Non interferenza con RT



Da Liljegren A et al. Radiat Oncol 9:14-23, 2014

McGinley PH et al. Radiology 135:223-4, 1980
Shedbalcar AR et al. Plast Reconstr Surg 65:805-810, 1980

Irradiazione dell'espansore/port

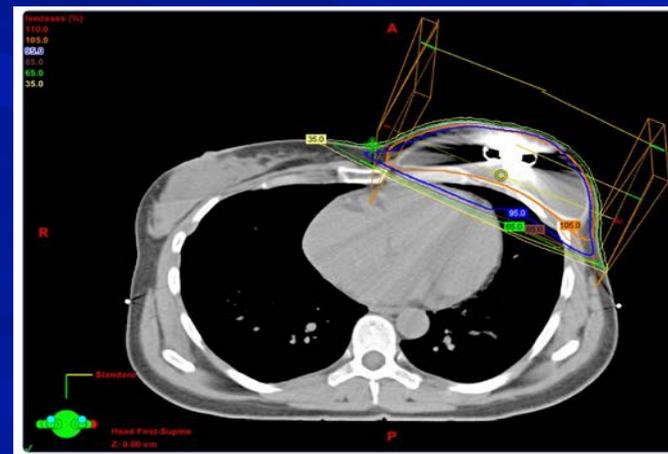
Port metallico in terre rare
+ spesso internamente a espansore
Interferenza distribuzione dose



Rischio sottodosaggio → riduzione controllo tumorale

Rischio sovradosaggio → aumento tossicità e fallimento ricostruzione

Moni J et al. Med Dosim 29:49-54, 2004
Damast S et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 66:305-310, 2006
Chatzigiannis C et al. J Appl Clin Med Phys 12:58-70, 2011
Chen SA et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 85:630-635, 2013
Strang B et al. Can J Plast Surg 21:37-40, 2013



Da Liljegren A et al. Radiat Oncol 9:14-23, 2014

Irradiazione dell'espansore/port

Studi *ex vivo*/*in vivo*

Fantoccio, TLD e pellicola, fotoni 6-18 MV



Risultati conflittuali dosimetria *ex-in vivo*

Effetti sul planning

Moni J et al. *Med Dosim* 29:49-54, 2004

Damast S et al. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 66:305-310, 2006

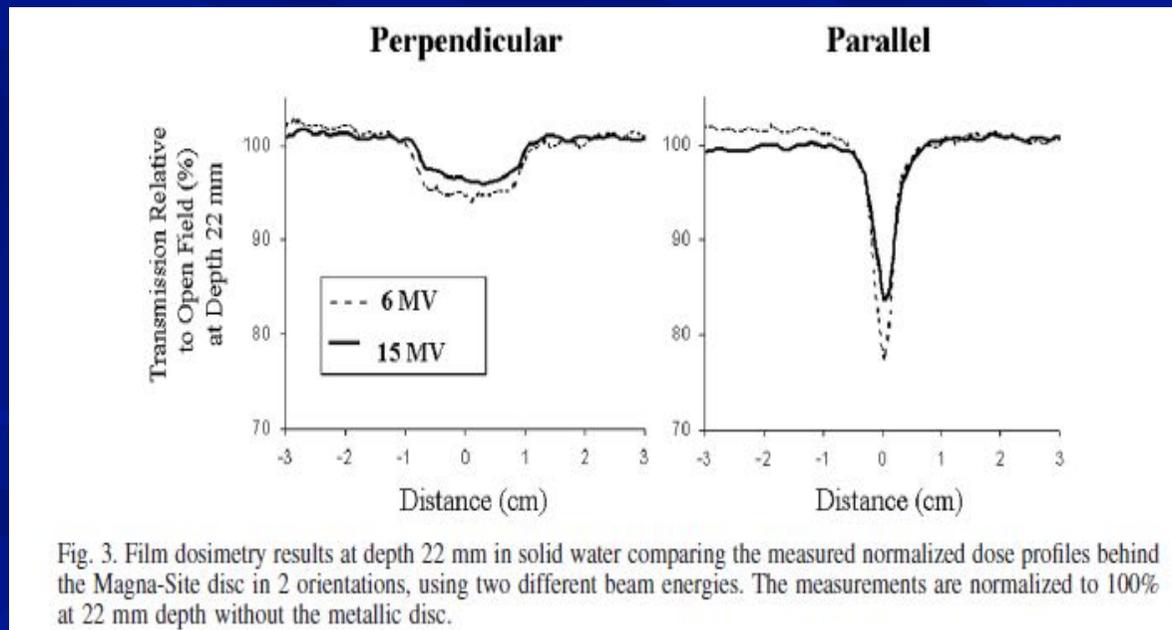
Chatzigiannis C et al. *J Appl Clin Med Phys* 12:58-70, 2011

Chen SA et al. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 85:630-635, 2013

Strang B et al. *Can J Plast Surg* 21:37-40, 2013

Irradiazione dell'espansore/port

- Dosimetria ex vivo, fantoccio 1 fascio 6 MV e 15 MV, Magna-Site McGhan 133 style
- ✓ Fascio attenuato significativamente se port orientato parallelamente al fascio
- ✓ Riduzione di dose minore 15 MV



Riduzione dose
a 22 mm
22% 6 MV
16% 15 MV

Irradiazione dell'espansore/port

- Studio in vivo 1 pz 1 campo 15 MV pellicola dati coerenti studio ex vivo
Dose ridotta 85-90%

Table 3. Thermoluminescent dosimeter results

Patient number	Median dose (cGy)	% prescription dose
1	178.7 (range, 148.4–197.3)	89 (range, 74–99%)
2	195.8 (range, 181.7–201.0)	98 (range, 91–100%)
3	186.8 (range, 178.6–195.8)	93 (range, 89–98%)
4	197.9 (range, 186.4–207.6)	99 (range, 93–104%)
5	171.2 (range, 163.2–179.3)	86 (range, 82–90%)
6	201.2 (range, 195.4–209.1)	101 (range, 98–104%)

- TLD misura dose cute in uscita campi tg mediale e laterale
15 MV, bolus 1-1,5 cm

- ✓ Modifica dose con 1 campo
- ✓ Con 2 campi dose cute variazioni accettabili, riduzione > ombra port
Effetto in vivo incerto, dimensioni, valvola in soluzione salina espansore
Preferibile RT su impianto
Raccomandato uso 15 MV con bolus 1-1,5 cm se RT con espansore

Irradiazione dell'espansore/port effetti sul planning

Piani ORI in 24 pz, campi tg 6-18 MV, 50 Gy

1) determinazione attenuazione da port con
pellicola radiocromica n° TC 11.8* vs 6.6

2) Confronto piani

- 1 senza correzioni per disomogeneità ORI
- 2 correzione disomogeneità n° TC 1 BRS
- 3 correzione disomogeneità n° TC 11.8 HET

Irradiazione dell'espansore/port effetti sul planning

Copertura media CTV < in HET

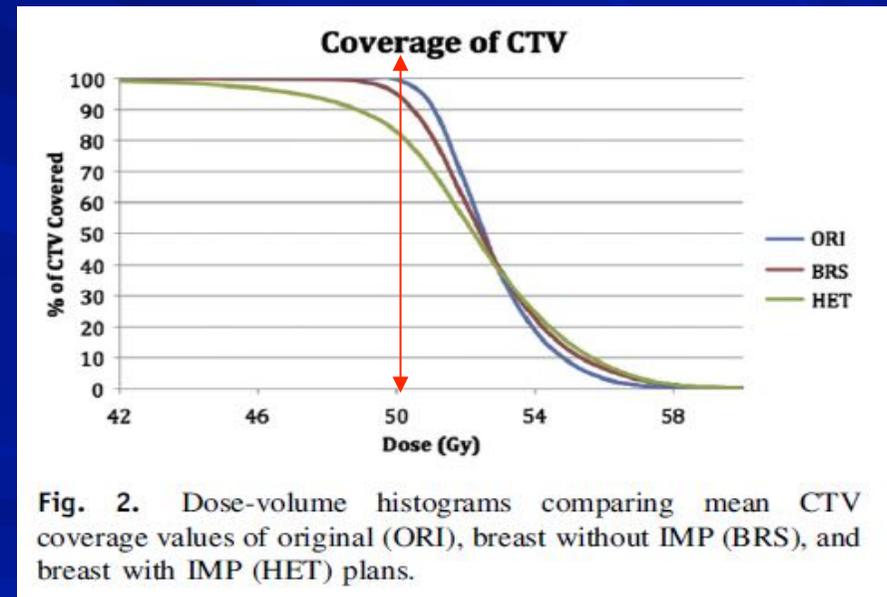
87.7% vs 95.0% vs 99.7% $p < 0.001$

Dose ridotta fino al 39.4% → 2 Gy - 1.21 Gy

Piano ORI →

sovrastima dose CTV

fino al 75.6%



Irradiazione dell'espansore/port effetti sul planning

Presenza port < dose al CTV e > eterogeneità

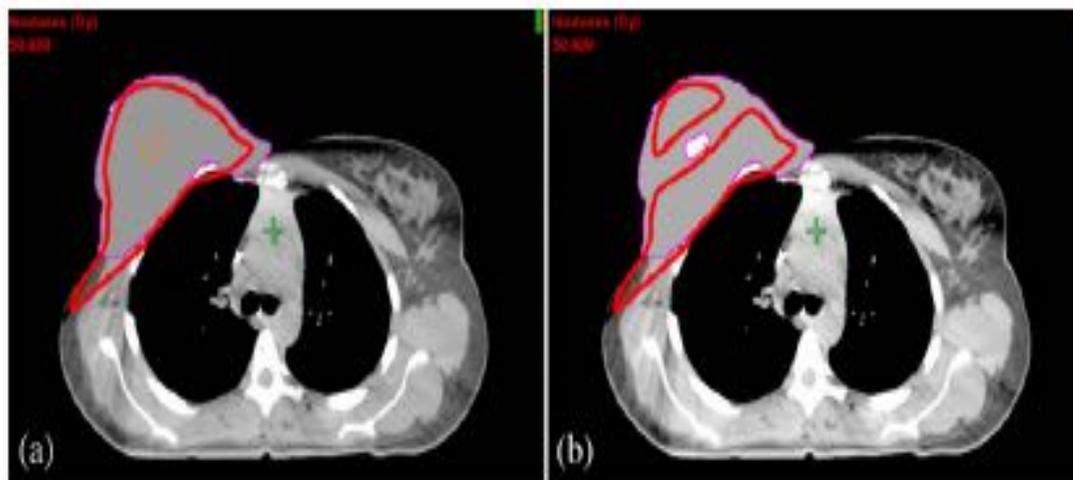


Fig. 4. Example of isodose distribution. (a) Breast (BRS) plan with heterogeneity correction and IMP and surrounding scatter assigned soft tissue density. (b) Heterogeneous (HET) plan with heterogeneity correction and IMP set to high electron density material and surrounding scatter assigned soft tissue density.

Effetto > in sezioni dove presente port

→ Considerare disomogeneità

Software validati

Impiego del Bolus

Recidiva su PT cute/sottocute
Per ricostruzione SSM

NCCN v 3.2015 ...special consideration should be given to the use of bolus material when photon fields are used to ensure that the skin dose is adequate

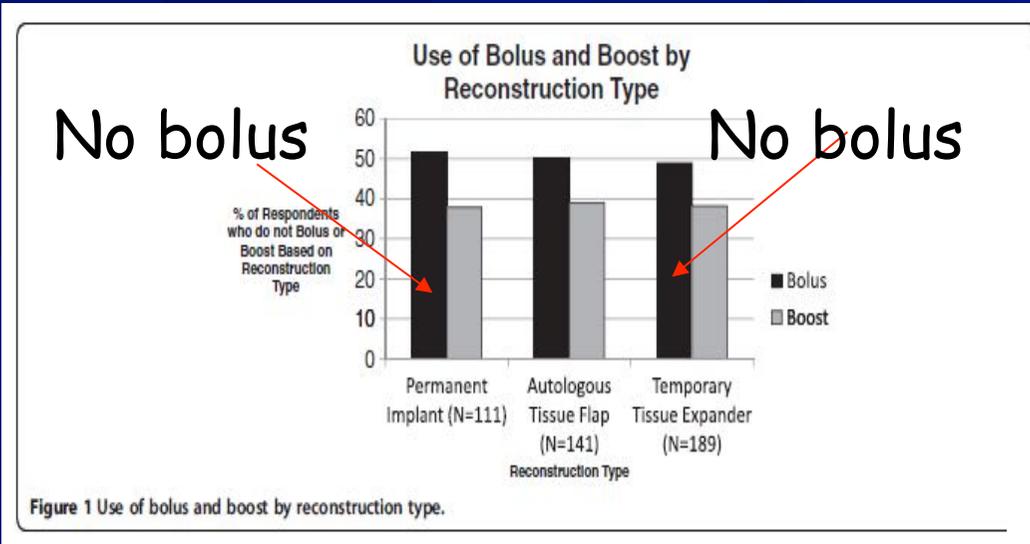
Dose superficie dipende da

- energia
- obliquità fascio
- dimensioni

4 MV non differenze dose superficie \pm bolus
Fotoni $>$ energia \rightarrow incertezza dose superficiale

Taylor ME et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 73:997-1002, 2009
Hsu SH et al. Phys Med Biol 53:2593-2606, 2008
Shiau AC et al. Med Dosim 17:417-424, 2012

Impiego del bolus ricostruzione con Espansore/impianto



Da Blitzblau RC et al. Pract Radiat Oncol 3:241-248, 2013

0,5 cm 32.8% a gg alterni
 31.4% fino a quando tollerato,
 1 cm 20.4% a gg alterni
 5.8 % fino a quando tollerato
 9.5% personalizzato

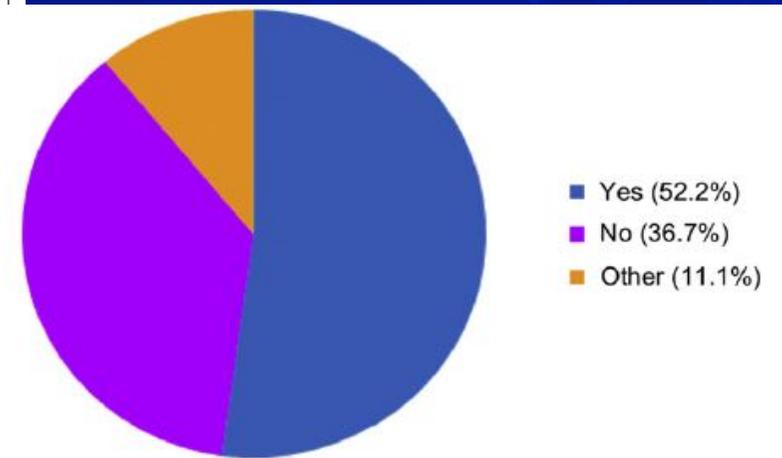
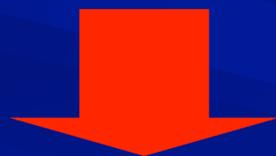


Figure 2 Bolus utilization with tissue expanders after mastectomy. In regard to bolus utilization with tissue expanders after mastectomy, a majority of respondents (52.2%) state that bolus is used in the setting of tissue expanders while 36.7% indicate that no bolus is used. (For color version, see online at

Da Thomas K et al. Pract Radiat Oncol 4:466-471, 2014

Spessore del bolus e modalità RT

Studi dosimetrici
dose cute e \neq profondità
pellicole radiocromiche e TLD
 \pm bolus spessori e materiali \neq
modalità trattamento \neq
tg standard vs IMRT



No bolus riduzione dose superficie 44-65%
6 MV \rightarrow bolus $>$ 3 mm spessore se dose cute e tg
 $>$ Ripetibilità bolus personalizzato

Hsu SH et al. Phys Med Biol 53:2593-2606, 2008
Shiau AC et al. Med Dosim 17:417-424, 2012



Da Hsu SH et al. Phys Med Biol 53:2593-2606, 2008

Bolus e tossicità

Uso bolus possibile > tossicità in ricostruzione con E/I

Dati non univoci

Chawla AK et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 54:520-526, 2002
Anderson PR et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 59:1080-1087, 2004
Jhaveri JD et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 72:859-865, 2008
Taylor ME et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 73:997-1002, 2009
Tieu MT et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 81:e165-e171, 2011



85 pz E/I e autol
Campi tg, fraz convenz
bolus personalizzato vs standard
a gg alterni
< tossicità 9% vs 24% p=0.05
< air gap

Anderson PR et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 59:1080-1087, 2004

Da Anderson PR et al. Int J Radiat
Oncol Biol Phys 2004

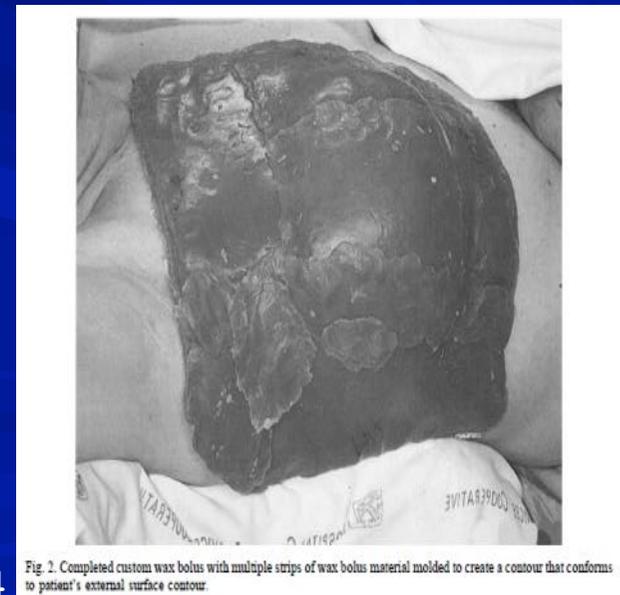
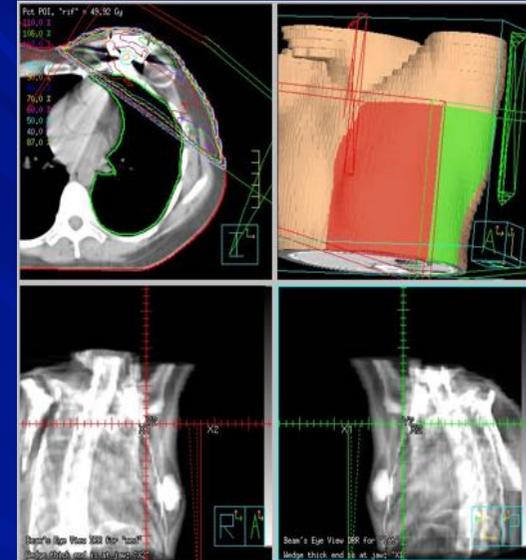


Fig. 2. Completed custom wax bolus with multiple strips of wax bolus material molded to create a contour that conforms to patient's external surface contour.

Modalità di trattamento

- ✓ Analoghe a quelle impiegate dopo terapia conservativa
- ✓ Parametri dosimetrici di riferimento analoghi
 - Copertura PTV 95-107%
 - polmone V20 < 20-30%
 - cuore Dmax, V20



Tecnica 3D

- ✓ WT fotoni
- ✓ Fotoni/elettroni
- ✓ Field in field

Tecnica ad IM

- ✓ IMRT forward/inverse
- ✓ Nuove modalità

Blitzblau RC et al. Pract Rad Onc 3:241-248, 2013

AIRO La Radioterapia dei Tumori della Mammella. Indicazioni e criteri guida. 2013

Tecnica standard

818 pazienti ricostruzione 162 vs 656 no
Espansore temporaneo/permanente/impianto
CTV 242 pz PT, 576 PT + LN,
tecnica tangenti standard
frazionamento convenzionale

CTV SS superiore in ricostruzione

No differenze dose CTV e OAR

Liljegren A et al. Radiat Oncol 9:14-23, 2014

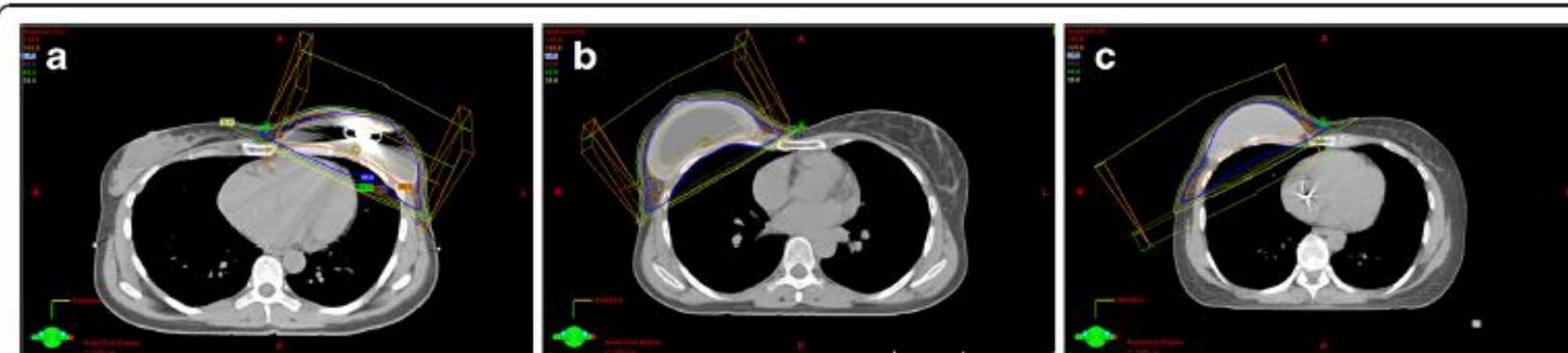


Figure 3 Radiotherapy plan with: A. Temporary expander with magnet (type I), B. Expandable implant (type II), C. Permanent implant (type III).

Tecnica standard Dose CTV

PT ± LN SC e ascella → NO differenze SS

Table 3 Dosimetric and anthropometric characteristics* of clinical target volume and rib cage (n = 788)

Characteristics	Chest wall			Chest wall plus lymph nodes		
	IBR+ n = 59	IBR- n = 162	P-value¶	IBR+ n = 73	IBR- n = 73	P-value¶
CTV						
Volume, cm ³	629.4 [283.4]	458.4 [273.6]	<0.001	1074.7 [263.0]	787.9 [289.0]	<0.001
Mean dose, Gy	50.2 [0.9]	50.7 [4.1]	0.31	50.4 [0.6]	50.4 [0.6]	0.97
V _{95%} , % ^a	91.2 [5.3]	91.4 [8.4]	0.83	93.7 [3.2]	93.3 [4.4]	0.43
V _{95%} , cm ³ ^b	572.2 [248.9]	417.0 [252.1]	<0.001	1006.7 [251.6]	733.9 [270.0]	<0.001
V _{105%} , % ^a	10.8 [8.2]	15.3 [12.1]	0.009	11.8 [6.6]	12.9 [6.1]	0.17
V _{105%} , cm ³ ^b	61.0 [37.9]	65.8 [56.6]	0.55	128.7 [79.6]	104.8 [68.6]	0.007
Rib cage[†]						
Transverse diameter, cm	23.5 [1.2]	23.5 [1.5]	0.70	24.2 [1.6]	23.4 [1.5]	<0.001
Anteroposterior diameter, cm	9.5 [1.5]	10.3 [1.5]	<0.001	9.8 [1.3]	10.3 [1.5]	0.006
Ipsilateral internal diameter, cm	14.2 [1.3]	15.5 [1.6]	<0.001	14.6 [1.4]	15.3 [1.6]	<0.001
Chest wall index	2.5 [0.5]	2.3 [0.4]	<0.001	2.5 [0.4]	2.3 [0.4]	<0.001

*All numbers in the rows indicate mean values [standard deviation].

Radiotherapy plans of patients with temporary expanders containing magnetic ports (n = 30) were excluded from the analyses.

CTV indicates clinical target volume; V_{95%} and V_{105%}, volume irradiated with 95% and 105% of isodose.

^aRelative volume assessment.

^bAbsolute volume assessment.

¶Student's independent t-test.

†Measured at mammillary level tomography slide.

Da Liljegren A et al. Radiat Oncol 9:14-23, 2014

Tecnica standard: DOSE OAR

Polmone V20 \leftrightarrow30%, cuore Dm \leq >5Gy, dose CTV

Table 2 Dosimetric and anthropometric characteristics* of ipsilateral lung and heart (n = 818)

Characteristics	Chest wall			P-value¶	Chest wall plus lymph nodes			P-value¶
	Total n = 242	IBR+ n = 80	IBR- n = 162		Total n = 576	IBR+ n = 82	IBR- n = 494	
Ipsilateral lung								
Volume, cm ³	1431.2 [330.2]	1458.6 [318.8]	1417.0 [335.8]	0.36	1369.6 [362.2]	1382.6 [407.7]	1367.4 [354.5]	0.72
Mean dose, Gy	8.9 [3.8]	8.9 [5.2]	8.9 [2.8]	0.96	14.3 [2.1]	13.8 [2.3]	14.3 [2.1]	0.05
Minimum dose, Gy	0.3 [1.0]	0.4 [1.7]	0.2 [0.1]	0.11	0.2 [0.1]	0.3 [0.2]	0.2 [0.1]	<0.001
Maximum dose, Gy	51.6 [1.3]	52.0 [1.3]	51.4 [1.3]	0.002	51.8 [1.1]	51.5 [1.5]	51.8 [1.1]	0.06
V _{20Gy} , %	16.4 [6.1]	15.8 [6.0]	16.7 [6.2]	0.30	28.7 [5.3]	28.1 [5.7]	28.8 [5.2]	0.22
Heart [‡]								
	n = 118	n = 35	n = 83		n = 309	n = 37	n = 272	
Volume, cm ³	512.2 [135]	515.9 [115.5]	510.6 [143.0]	0.85	532.2 [117.8]	572.9 [143.1]	526.6 [112.4]	0.024
Mean dose, Gy	3.3 [1.9]	3.0 [0.9]	3.4 [2.1]	0.32	3.5 [1.5]	3.8 [1.2]	3.5 [1.5]	0.29
Minimum dose, Gy	0.2 [0.1]	0.2 [0.1]	0.2 [0.1]	0.25	0.3 [0.2]	0.3 [0.02]	0.3 [0.01]	0.27
Maximum dose, Gy	48.5 [5.5]	48.7 [5.6]	48.4 [5.4]	0.81	47.4 [7.2]	48.5 [5.2]	47.3 [7.5]	0.35
V _{25Gy} , %	3.7 [2.4]	3.1 [1.7]	4.0 [2.7]	0.07	3.8 [2.6]	3.8 [2.1]	3.8 [2.7]	1.0

*All numbers in the rows indicate mean values [standard deviation].

V_{20Gy} indicates volume of the ipsilateral lung irradiated with 20 Gy; V_{25Gy}, volume of heart irradiated with 25 Gy.

‡Calculated for left-sided plans only.

¶Student's independent t-test.

Tecnica standard

Criticità

- ✓ Problematiche

 - WT > volume cuore e polmone

 - F/E → triangolo freddo giunzione

- ✓ Buona copertura bersagli

 - sede dx o sx

- ✓ Rispetto constraint OAR

- ✓ RT su IMN > volume OAR

 - polmone

 - dose cuore parete sx (tp antiblastiche)

 - mammella controlaterale

aggravato da volume ricostruzione

Buchholz TA et al. *Oncologist* 7:539-546, 2002

Pierce LJ et al. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 52:1220-1230, 2002

Arthur DW et al. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 48:139-146, 2000

Severin D et al. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 55:633-644, 2003 NB Chung E et al.

Kirova YM *Cancer Radiother* 19:248-252, 2015

Volume dell'espansore

- ✓ Volume potrebbe condizionare copertura bersagli LN
- ✓ > volume OAR per distorsione anatomia
- ✓ 60% → 150-250 cc
- ✓ 10-13% gonfia espansore

Buchholz TA et al. *Oncologist* 7:539-546, 2002

Russo J et al. *Radiat Oncol* 6:179-186, 2011

Chen SA et al. *Radiat Oncol* 8:45-53, 2013

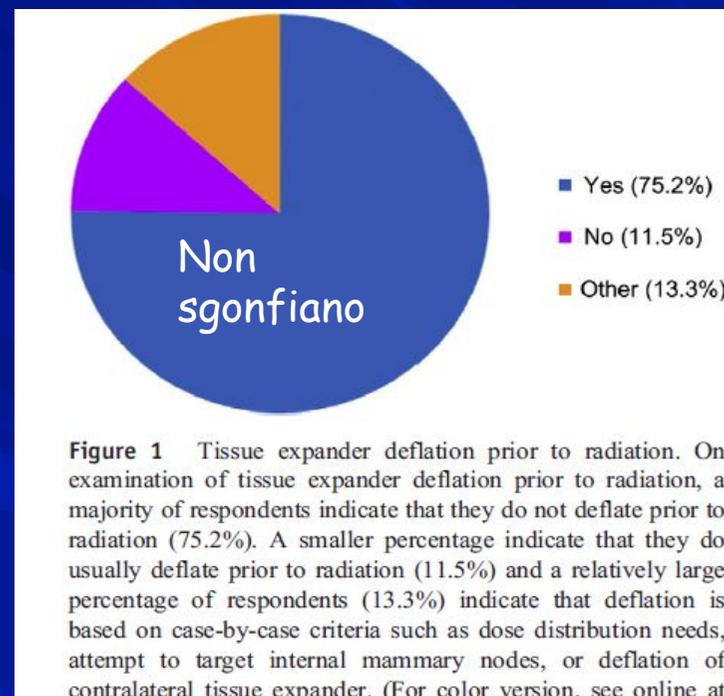
Thomas K et al. *Pract Radiat Oncol* 4:466-471, 2014

ma...

modello animale → > tossicità

Celet Ozden B et al. *W J Surg Oncol* 10:44-52, 2012

Da Thomas K et al. *Pract Radiat Oncol* 4:466-471, 2014



IMRT

- ✓ Forward/inverse
- ✓ Copertura/Uniformità dose target
- ✓ Riduzione dose OAR omolaterali
- ✓ Volumi target trattati in continuità
- ✓ No problematiche giunzione campi
- ✓ Conformazioni anatomiche particolari



- ✓ > regione basse e medie dosi tessuto sano

Krueger EA et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 56:1023-1037, 2003

Chui CS et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 62:1217-1223, 2005

Kirova YM et al. Cancer Radiother 19:248-252, 2015

Table 1 Radiation Therapy Planning Parameters After Mastectomy

Parameter	Use (n = 11)
CT-Based Planning	100%
6-MV Photons	100%
Electrons (Routine or Occasional)	73%
IMRT for Tangent Chest Wall Fields	
Forward	64%
Inverse	9%
None	27%
Contouring	
Mastectomy scar	80%
Drain sites	60%
Whole heart, ipsilateral lung	100%
Ventricles	30%
Contralateral breast	10%

Abbreviations: CT = computed tomography; IMRT = intensity modulated radiation therapy.

IMRT "semplificata" MSKCC

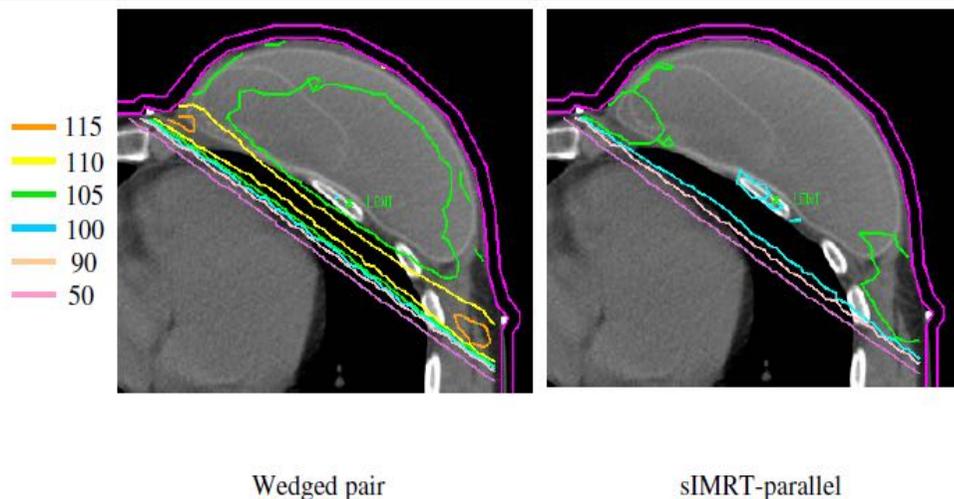


Fig. 5. Comparison of dose distributions on transverse plane through the lung-chest v Standard wedged plan. (b) Simplified intensity-modulated radiotherapy (sIMRT) Γ normalized to LCWI point. Purple contours indicate 5-mm bolus on skin.

Table 1. Summary of results of 15 patients including dose contributions from tangents and supraclavicular field

Structure	Three-field wedge	Three-field IMRT	<i>p</i>
PTV (%)			
V_{100}	88.23	93.34	0.003
D_{05}	109.5	107.6	0.015
Contralateral breast (%)			
D_{mean}	2.52	1.45	0.0006
D_{05}	5.55	4.60	0.007
Ipsilateral lung (%)			
D_{mean}	25.56	24.90	0.07
D_{05}	97.88	95.31	0.01

Abbreviations: V_{100} = percentage of volume receiving at least 100% of prescription dose; D_{05} = dose to hottest 5% of planning target volume; D_{mean} = mean dose.

IMRT e LN

- ✓ 41 pz espansore/impianto
- ✓ 6 MV + bolus 5 mm; 15 MV se espansore + 1 cm
- ✓ PT + LN, 17% IMN
- ✓ IMRT, tecnica 3 campi
- ✓ 71% copertura ottimale PTV, 95% 1 bordo

Table 4
Total lung V_{20} and heart D_{mean} by laterality and IMN status.

	Mean total lung V_{20} (%)	Mean heart D_{mean} (Gy)
Left, -IMN (n = 22)	12.6	3.90
Left,+IMN (n = 1)	18	8.04
Right, -IMN (n = 12)	12.4	0.90
Right,+IMN (n = 6)	17.8	1.76
Total (n = 41)	13.5	2.81

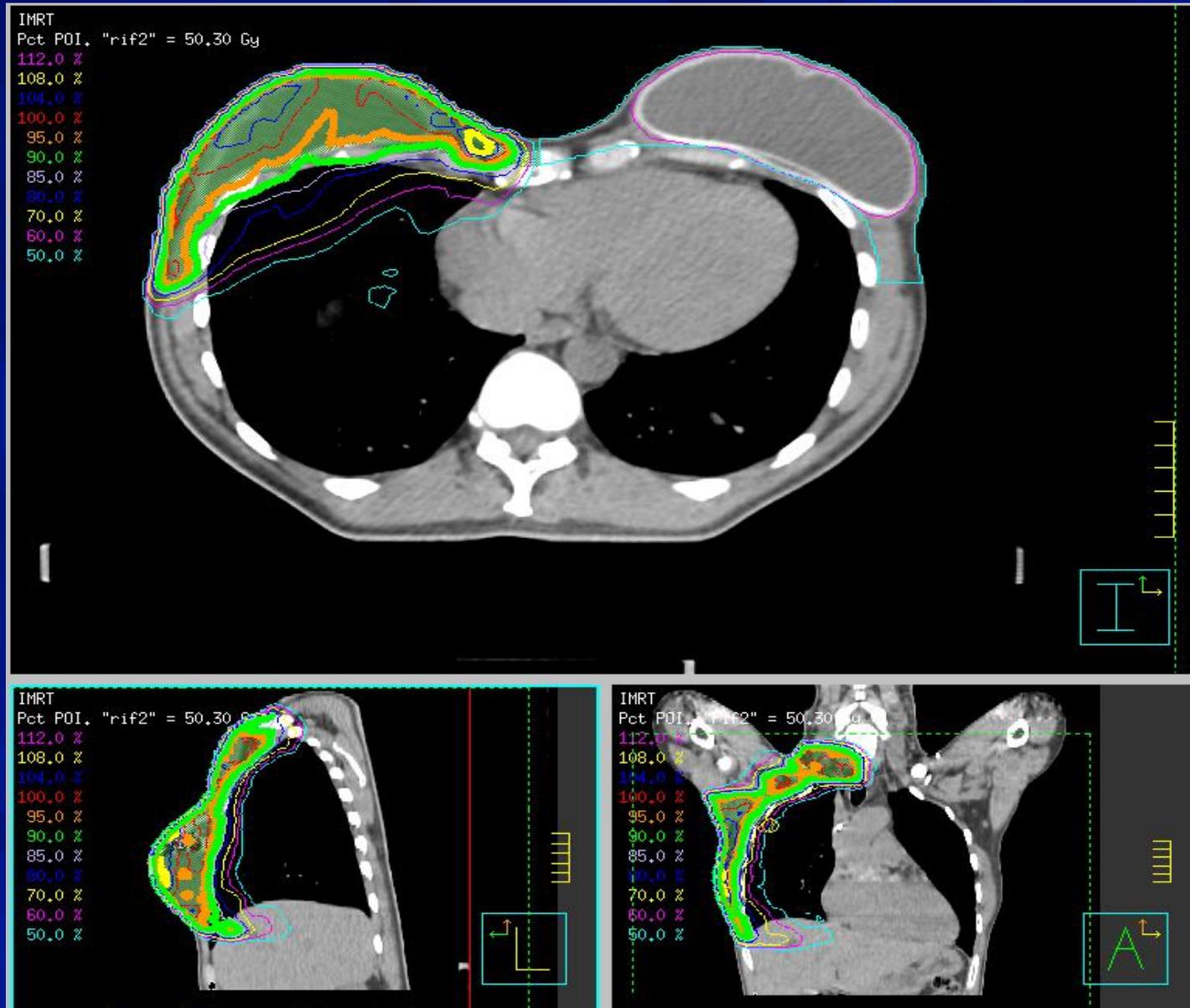
IMN

Dosi OAR accettabili, ma > se RT su IMN

Koutcher L et al. Radiother Oncol 94:319-323, 2010

Ohri N et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 84:e153-e159, 2012

Irradiazione della parete toracica IMRT



Frazionamento

Generalmente frazionamento convenzionale
Ipofrazionamento > tossicità?

110 pz E/I
41 RT vs 69 no RT
40 Gy/15 fraz, 6 MV, tg
CC severa + chirurgia
19.5 % vs 0%
Rateo attuariale a 5 aa 30%

Whitfield GA et al. Radiother Oncol 90:141-147, 2009

62 pz
RT espansore
Frazion. convenzionale
Complic maggiori a 5 aa 4.8%
Anderson PE et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys
74:81-85, 2009

101 pz E/I
RT Frazion. convenzionale
CC severa 7%
50 mesi Rimozione impianto 11.9%

Aristei C et al. Strahlenther Onkol 185:669-674, 2012

1415 impianto ± RT
Frazion. convenzionale
CC IV grado
6.9% vs 0.5% p<0.01
Prob. Fallim a 12 aa 17.5%

Cordeiro PG et al. Plast Reconstr Surg 134:5885-95, 2014

Boost parete toracica

Trial randomizzati no impiego boost

Clarke M et al. Lancet 366:2087-2106, 2005

Dosi >50 Gy → < incidenza di recidiva (no ricostruzione)

Bristol et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 72:474-484, 2008

Panoff JE et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 82:1192-1199, 2012

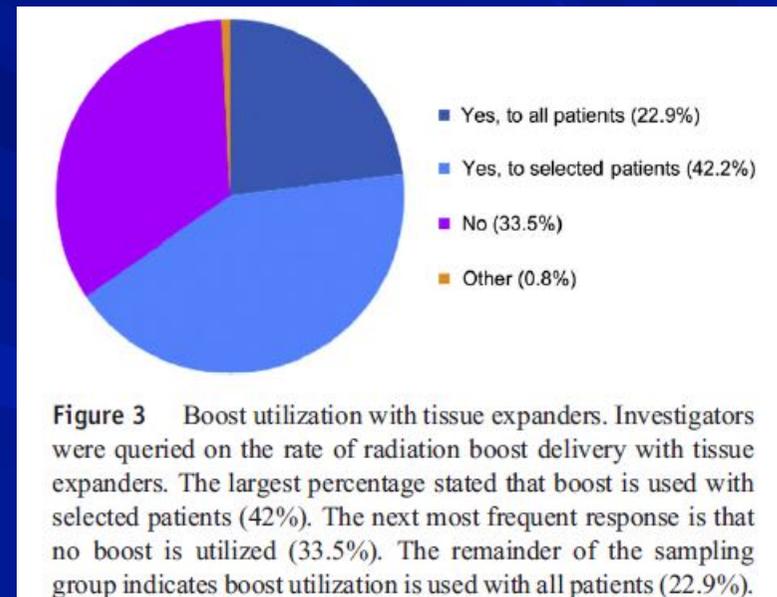
Variabilità dose

Preferenza radioterapista

Sede boost (cicatrice)

Difficoltà se ricostruzione

Nella pratica clinica effettuato
se alto rischio recidiva



Da Thomas K et al. Pract Radiat Oncol 4:466-471, 2014

Blitzblau RC et al. Pract Radiat Oncol 3:241-248, 2013

Thomas K et al. Pract Radiat Oncol 4:466-471, 2014

Boost dopo ricostruzione

Chen et al. *Radiation Oncology* 2013, **8**:45
<http://www.ro-journal.com/content/8/1/45>

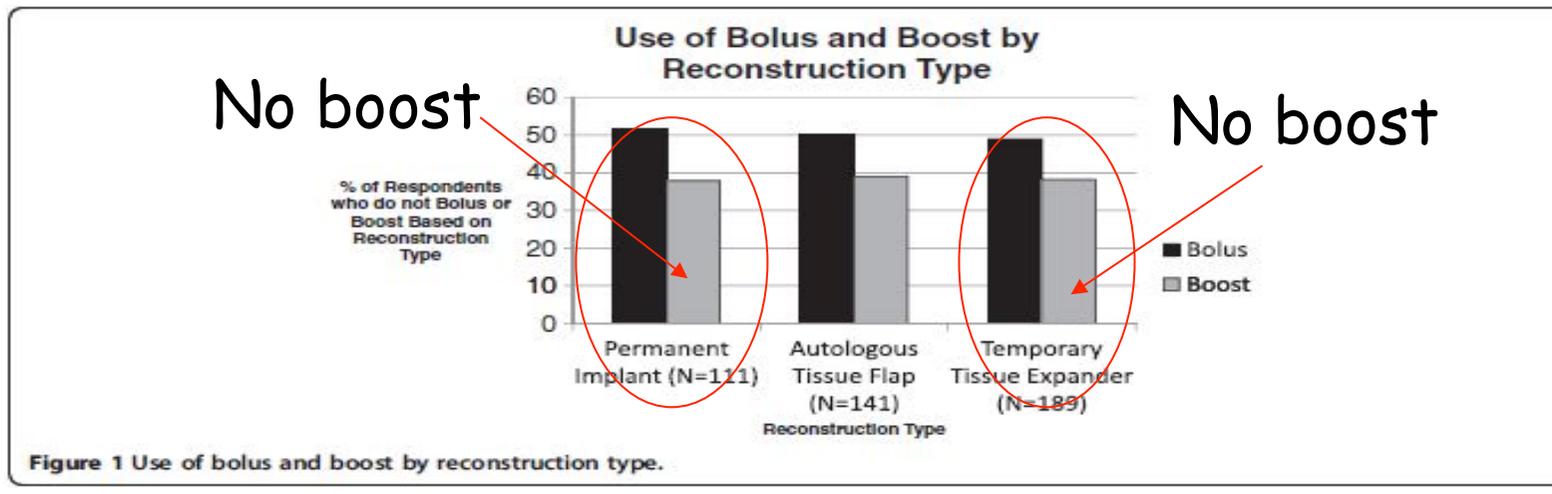


RESEARCH

Open Access

Breast reconstruction and post-mastectomy radiation practice

Susie A Chen¹, Crispin Hiley², Dana Nickleach³, Janjira Petsuksiri⁴, Fundagul Andic^{5,6}, Oliver Riesterer⁷, Jeffrey M Switchenko³ and Mylin A Torres^{8*}



77% boost su PT, ma

Ricostruzione immediata con E o I incide su decisione boost in 50% respondent

Ricostruzione differita pianificata incide in 17%

Blitzblau RC et al. *Pract Radiat Oncol* 3:241-248, 2013

Nuove modalità: Tomoterapia

Confronto dosimetrico 10 pz impianto IGR
tecnica 3D field in field vs HT

- ✓ Dosi PTV > vs tecnica 3/D
- ✓ Maggiore omogeneità dose
- ✓ Dose in cute > vs tg standard, no bolus
- ✓ possibilità irradiare solo tessuto a rischio anteriormente
impianto → riduzione tossicità

... ma > basse dosi a maggior volume tessuti sani

→ carcinogenesi radioindotta

Confronto 3D/Tomoterapia

Dosi PTV e OAR

Average values of the metrics for PTV1 and PTV2 coverage and homogeneity

Target volumes	3D technique	HT	p-values
PTV1			
D _{min} [*]	37.44 ± 5.79	47.97 ± 0.44	0.002
D _{max} [*]	52.92 ± 0.47	52.56 ± 0.38	0.037
D _{mean} [*]	48.81 ± 1.59	50.15 ± 0.25	0.014
V95 [†]	77.46 ± 12.53	98.91 ± 0.78	0.002
HI	0.69 ± 0.11	0.91 ± 0.01	0.002
PTV2			
D _{min} [*]	32.67 ± 7.66	47.51 ± 0.45	0.002
D _{max} [*]	52.88 ± 1.04	51.68 ± 0.21	0.006
D _{mean} [*]	47.94 ± 1.77	49.85 ± 0.15	0.01
V95 [†]	72.91 ± 10.19	97.91 ± 1.18	0.002
HI	0.60 ± 0.15	0.92 ± 0.01	0.002

* D_{min}, near minimum dose; D_{max}, near maximum dose; D_{mean}, mean dose.

† V95: Percentage of the target volume covered by the 95% isodose.



Average values of the metrics used for normal tissue irradiation

OAR	3D technique	Helical tomotherapy	p-values
Heart			
D _{mean}	3.53 ± 1.11	7.27 ± 0.57	0.002
D _{max}	16.45 ± 4.13	17.75 ± 1.26	0.322
V25	0.36 ± 0.56	0.10 ± 0.17	0.505
Ipsilateral lung			
D _{mean}	17.49 ± 1.99	10.68 ± 0.36	0.002
D _{max}	49.04 ± 1.72	37.37 ± 1.53	0.002
V20	35.10 ± 4.55	16.71 ± 0.60	0.002
Contralateral lung			
D _{mean}	0.69 ± 0.18	3.83 ± 1.03	0.002
V5	0.07 ± 0.18	0.67 ± 1.96	1
Bilateral lung			
V5	33.11 ± 4.53	36.67 ± 2.46	0.01
Contralateral breast			
D _{mean}	0.53 ± 0.20	2.80 ± 0.22	0.002
D _{max}	0.35 ± 1.34	6.12 ± 0.48	0.002
V5	0.04 ± 0.07	5.17 ± 1.21	0.002
LCA			
D _{mean}	5.51 ± 4.43	7.15 ± 1.98	0.105
D _{max}	9.20 ± 8.15	13.53 ± 5.97	0.232
V25	0.01 ± 0.04	0.17 ± 0.55	1
Liver			
D _{mean}	1.17 ± 1.001	5.12 ± 2.49	0.002
V15	0.11 ± 0.210	0.13 ± 0.28	0.952
Thyroid			
D _{mean}	20.81 ± 4.08	30.44 ± 2.61	0.006
V15	44.81 ± 6.07	90.20 ± 17.36	0.006
Esophagus			
D _{mean}	5.38 ± 3.06	13.06 ± 1.65	0.002
V15	10.49 ± 9.10	32.07 ± 5.74	0.002
Spinal cord			
D _{mean}	1.49 ± 0.43	5.09 ± 0.62	0.002
D _{max}	11.86 ± 9.69	11.27 ± 0.75	0.557
V45	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	—



Da Massabeau C et al. Med Dosim 37:425-431, 2012

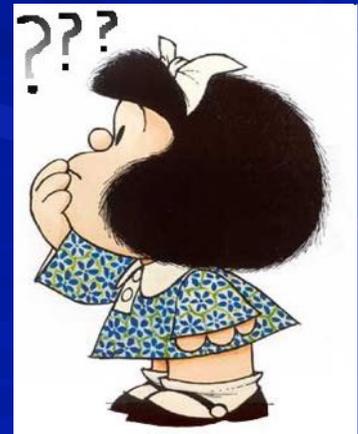
Nuove modalità: Protonterapia

- ✓ Studi dosimetrici di confronto con fotoni
omogenea distribuzione dose al bersaglio
risparmio OAR
- ✓ In utile in casi selezionati
(es. anatomia cardiaca sfavorevole)
Escluse pazienti con espansore
- ✓ Problema organ motion
- ✓ Validazione

Weber DC et al. Radiat Oncol 1:22-32, 2006

Jimenez RB et al. Radiother Oncol 107:213-217, 2013

MacDonald SM et al. Int J Radiation Oncol Biol Phys 86:e484-e490, 2013

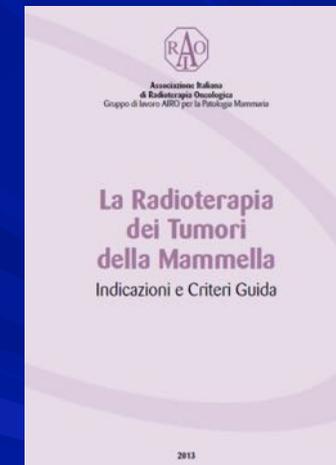


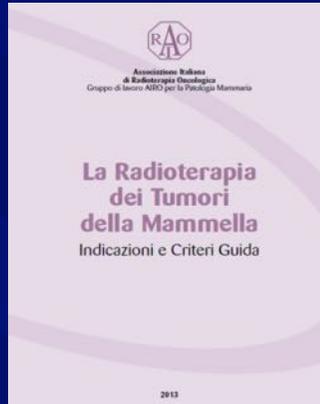
Conclusioni

- ✓ Irradiazione dell'espansore con port interno non associata ad alterazione significativa della distribuzione di dose, ma...

Correzione per disomogeneità port
Impiego energie >?

- ✓ Volume espansore → qualità del planning
collaborazione con chirurgo
- ✓ RT può essere effettuata correttamente
con modalità standard 3D in caso di
ricostruzione con E/I





Conclusioni



- ✓ IMRT forward/inverse consente di ottimizzare trattamento (LN e IMN, giunzione campi)
- ✓ Impiego del bolus se cute è bersaglio
 - > 3 mm personalizzato con fotoni 6 MV
- ✓ Boost in base a indicazioni
- ✓ Necessità di validazione per nuove modalità RT



Associazione
Italiana
Radioterapia
Oncologica

XXV CONGRESSO NAZIONALE

AIRO 2015

PALACONGRESSI - Rimini, 7-10 novembre



Grazie dell'attenzione