

INDICE

Riassunto	Pag. 3
Capitolo 1 Introduzione	Pag. 4
1.1. Incidenza del tumore della mammella	
1.2. Il trattamento radioterapico della neoplasia mammaria	
1.3. Fattori d' incertezze nel trattamento radiante della mammella	
1.3.1. Incertezze legate agli errori di set-up	
1.3.2. Incertezze legate all' organ motion inter-fraction	
1.3.3. Incertezze legate all' organ motion intra-fraction	
1.4. Criticità legate all' organ motion intra-fraction nei trattamenti mammari	
1.5. Possibile gestione dell' organ motion intra-fraction: la tecnica Breath Hold	
1.6. Vantaggi derivanti dalla tecnica Breath-Hold	
Capitolo 2 Materiali e metodi	Pag. 11
2.1. Strumentazione	
2.1.1. LINAC : TRUEBEAM™	
2.1.2. Sistema IGRT : OBI ed EPID	
2.1.3. TC 4D Toshiba Aquilon Large Bore	
2.1.4. Sistema RPM	
2.2. Le fasi del trattamento radioterapico	
2.2.1. Fase di centraggio	
2.2.2. Fase di Contouring e Treatment Planning	
2.2.3. Fase di trattamento	
2.2.3.1. Primo set up	
2.2.3.2. IGRT giornaliero	

2.2.3.3. Valutazione delle incertezze inter-fraction
e intra-fraction

2.3. Casistica

2.4. Metodo

2.4.1. Acquisizione Imaging Cine

2.4.2. Valutazione Imaging Offline

2.4.3. Tabulazione dati ed elaborazione dati

Capitolo 3	Risultati	Pag. 97
Capitolo 4	Conclusione	Pag. 108
Bibliografia		Pag. 111

Il cancro al seno rappresenta la neoplasia più frequente in assoluto per incidenza nella popolazione femminile.

La radioterapia riveste un ruolo fondamentale nel trattamento del carcinoma mammario in quanto riduce sia il tasso di recidiva locoregionale che quello di mortalità. In ambito radioterapico, l'ultimo decennio si caratterizza per l'introduzione di tecnologie avanzate grazie alle quali si è in grado di somministrare dosi terapeutiche con più precisione e accuratezza. Ciò permette l'erogazione di un'elevata dose al volume bersaglio e contemporaneamente una riduzione di quest'ultima ai tessuti sani circostanti.

Il trattamento radioterapico nella mammella è stato progressivamente perfezionato ricorrendo a tecniche che compensano il movimento dovuto agli atti respiratori (intra-fraction) al fine di prevenire la tossicità radio-indotta agli organi a rischio (OAR), primo tra questi il cuore. Tra gli approcci tecnici maggiormente diffusi per ridurre al minimo la dose cardiaca emerge la tecnica "breath hold". Questa, realizzata attraverso il sistema RPM, consiste nell'erogazione del trattamento solo quando la paziente trattiene il respiro all'interno della "finestra" preimpostata.

Lo scopo di questa tesi è quello di valutare se, oltre ad un vantaggio dosimetrico per i tessuti sani, la tecnica "breath hold" consente anche di ottenere una maggiore stabilità del set up dell'organo target "mammella" e degli organi a rischio "cuore" e "polmone".

Per condurre questo studio vengono acquisite delle immagini sequenziali portal, in concomitanza alla terapia, sulle pazienti sottoposte a trattamento radioterapico 3D conformazionale (3DCRT) della mammella sinistra, sia con controllo del respiro in breath hold che con respiro libero (free breathing).

Capitolo 1, INTRODUZIONE

1.1 Incidenza del tumore della mammella

Nella popolazione femminile il carcinoma mammario rappresenta la neoplasia più frequente in tutte le classi di età. Secondo i dati riportati nel rapporto “Global Cancer Statistics 2020”, prodotto in collaborazione dalla ACS (American Cancer Society) e dall’IARC (International Agency for Research on Cancer), il tumore del seno femminile detiene oggi questo primato con 2,3 milioni di nuovi casi stimati nell’ anno 2020, nonché l’11,7% delle nuove diagnosi. Se si guarda invece alla mortalità, il tumore mammario occupa il quinto posto, con una percentuale del 6,9%. [1]

1.2 Il trattamento radioterapico della neoplasia mammaria

Nel trattamento del carcinoma mammario la radioterapia è una metodica ben consolidata in quanto riduce il tasso di recidiva locoregionale e migliora il tasso di sopravvivenza. Ad oggi il trattamento radioterapico complementare post-operatorio rappresenta uno standard che permette di ottenere gli stessi risultati evitando un trattamento chirurgico demolitivo: la radioterapia effettuata a seguito di un intervento chirurgico conservativo dimezza il tasso di recidiva della malattia e riduce di circa un sesto il tasso di mortalità per cancro al seno. Secondo quanto verificato da uno studio condotto da Early Breast Cancer Trialists’ Collaborative Group (EBCTCG) il trattamento radioterapico ha ridotto il rischio di recidiva, locoregionale o a distanza, a 10 anni del 15,7% e quello di morte per cancro al seno a 15 anni del 3.8%. [2]

1.3 Fattori d' incertezze nel trattamento radiante della mammella

L'obiettivo primario della radioterapia è quello di somministrare una dose biologicamente efficace al volume bersaglio, identificato nella massa tumorale, e salvaguardare i tessuti sani circostanti. [3]

Per raggiungere tale obiettivo è fondamentale prendere in considerazione che, nonostante l' utilizzo di specifici sistemi di posizionamento e d'immobilizzazione, risultano numerosi i fattori che introducono incertezze nel trattamento radiante di pazienti affette da neoplasia mammaria. [4, 5]

Le cause principale a cui ricondurre shift e rotazioni sono la variabilità del posizionamento del paziente, le modifiche della conformazione della mammella e il movimento derivante dagli atti respiratori. [4]

1.3.1 Incertezze legate agli errori di set-up

L'accuratezza del trattamento radioterapico può essere inficiato dalla presenza di "errori di set-up". Gli errori di set-up derivano da un differente posizionamento del paziente sul lettino di trattamento rispetto alla posizione acquisita in TC di centraggio o tra una seduta e l'altra. Per minimizzarli viene eseguito un controllo del set up giornaliero attraverso sistemi di imaging: due immagini ortogonali EPID o Portal Vision (MV o KV), o CBCT. [6]

Nel distretto della mammella vengono generalmente effettuate verifiche con imaging 2D (MV/KV). Inoltre risulta essere vantaggioso il controllo giornaliero della proiezione del campo luminoso su cute. [4]

1.3.2 Incertezze legate all' organ motion inter-fraction

Nel corso di un trattamento radioterapico la stessa conformazione della mammella può variare: questo elemento d'incertezza costituisce l' errore di organ motion inter-fraction.

1.3.4 Incertezze derivanti da errori di organ motion intra-fraction

All'interno del campo di trattamento radioterapico della mammella gli atti respiratori possono causare movimenti anatomici intra-frazione responsabili di incertezze (errori di organ motion intra-fraction) nella erogazione della dose e quindi sia nella copertura dosimetrica del target che nella conservazione degli organi a rischio (OAR). [4, 7]

Questi movimenti possono essere compensati ricorrendo generalmente all'aggiunta di un margine di sicurezza al volume irradiato andando così ad ottenere il planning target volume (PTV). [4]

Secondo i dati riportati in letteratura i margini standard per un trattamento 3D-CRT sono classicamente compresi tra 5 e 10 mm in tutte le direzioni, ma non vi è comunque una linea guida generale a causa delle variabili emergenti tra i diversi centri di Radioterapia. [4]

1.4 Criticità legate all' organ motion intra-fraction nei trattamenti mammari

Il margine aggiunto al target, per compensare eventuali errori di organ motion che potrebbero verificarsi durante e tra le sedute di trattamento, comportano un maggior volume di organo a rischio (OAR) compreso nel campo di trattamento. [8]

Dal punto di vista clinico, un dosaggio inappropriato alla massa tumore o ai tessuti sani circostanti può compromettere il controllo della neoplasia

o la normale tolleranza tissutale. Entrambi i casi potrebbero, a loro volta, incrementare la probabilità di esiti clinici indesiderati come l'aumento del rischio di recidiva o di effetti collaterali a livello cardiaco e/o polmonare [7].

In letteratura sono riportati numerosi lavori che mirano all'analisi degli effetti negativi conseguenti alla dose agli OAR: la dose cardiaca media è correlata con il tasso di mortalità cardiaca e di eventi coronarici mentre la dose all'intero polmone con l'incidenza del carcinoma polmonare. Inoltre il rischio di polmonite da radiazioni è anche correlato alla dose polmonare media o al volume polmonare irradiato [9].

Un'importante indagine conseguita da Darby S.C. et al. ha comprovato che per ogni Gray di dose media al cuore aumenta il rischio del 7,4% di morte vascolare ed un rischio del 20% in più di incidenza nella popolazione di infarto miocardico [10]. Questo studio dimostra come, nei trattamenti della mammella sinistra, il danno cardiaco risulti essere la principale preoccupazione.

Attraverso uno studio prospettico condotto da Krengli M. et al. è stato evidenziato come vi siano delle alterazioni polmonari a 3 mesi dal trattamento radioterapico conservativo del cancro al seno. Tali alterazioni sono principalmente legate al danno della barriera alveolare-capillare e delle più piccole ramificazioni delle vie aeree. Valutando successivamente il recupero si è visto come quest'ultimo sia avvenuto solo parzialmente a 9 mesi dopo la radioterapia. Lo studio afferma che la tossicità polmonare potrebbe essere ridotta con la riduzione al minimo del volume di polmone che riceve una dose superiore o pari a 25 Gy. [11]

1.5 Possibile gestione dell' organ motion intrafraction: la tecnica Breath Hold

Negli ultimi anni le tecnologie e le metodiche per il trattamento delle neoplasie mammarie si sono progressivamente perfezionate ricorrendo a

tecniche che compensano il movimento intrafraction al fine di prevenire le tossicità radio-indotta agli OAR. In questo modo si cerca di ridurre gli effetti collaterali a breve o lungo termine derivanti dall'irradiazione di cuore e polmone.

Nel distretto toracico risultano essere diverse le strategie che mirano alla riduzione dei margini tra il clinical target volume (CTV) e la planning target volume (PTV) e/o una migliore precisione geometrica della somministrazione della dose: tra queste una tecnica promettente è l'irradiazione controllata durante l'apnea inspiratoria profonda (DIBH).

La DIBH (Deep Inspiration Breath Hold) è una tecnica che prevede la sospensione dell'atto respiratorio in una fase respiratoria predefinita, compatibilmente con le capacità respiratorie del paziente. In tale tecnica è previsto che la paziente mantenga lo stesso livello d'inspirazione durante le fasi di simulazione e di trattamento: l'obiettivo è quello di garantire l'erogazione della terapia solo in concomitanza della fase respiratoria prescelta, mantenuta volontariamente in inspiro, a seguito di training dedicato. [3]

La buona riuscita di questa tecnica deriva dalla ripetibilità e della riproducibilità del breath hold. Un training accurato consente di migliorare l'approccio del paziente alla procedura, di mantenere un respiro regolare e trattenerlo al momento richiesto per un tempo adeguato. Il training è fondamentale, inoltre, per individuare importanti parametri quali, il valore di volume soglia (il volume d'aria presente nei polmoni dopo l'inspirazione forzata) e la durata dell'apnea (tempo di breath hold). Tali valori sono specifici per ogni paziente. [3]

La tecnica breath hold necessita di una doppia acquisizione TC in fase di simulazione, una a respiro libero, ed un'altra con paziente in apnea, quindi nelle stesse condizioni in cui verrà eseguito il trattamento. [3]

Il monitoraggio delle curve respiratorie dei pazienti avviene per mezzo del sistema di gestione della posizione in tempo reale (RPM) e inoltre

vengono definite finestre di gating individuali a seconda della profondità di inspirazione. [9]

Il sistema RPM è un sistema non invasivo che consente di acquisire immagini ed erogare il trattamento, sincronizzandosi con il respiro del paziente e compensando il movimento legato a questo (organ motion intra-fraction). [3]

1.6 Vantaggi derivanti dalla tecnica Breath Hold (BH)

La tecnica DIBH è solitamente preferita per trattamenti di pazienti affette da neoplasia della mammella sinistra.

L' inspirazione (Breath Hold, BH) provoca cambiamenti favorevoli della anatomia toracica interna tali da consentire un aumento della separazione spaziale tra cuore e mammella. Questa separazione comporta una riduzione delle dosi cardiache senza compromettere la copertura del bersaglio o aumentare la dose alla mammella controlaterale ed al polmone omolaterale. [12]

Durante l'inspirazione il polmone si espande facendo sì che la mammella si sposti anteriormente, il cuore segue il diaframma verso il basso e conseguentemente aumenta lo spazio tra cuore e parete toracica. Irradiando la mammella nella sola fase inspiratoria il parenchima polmonare risulterà essere più diluito e il cuore più lontano dalla mammella sinistra. [13]

Rispetto al trattamento in respirazione libera (Free Breathing, FB), in Deep inspiration breath hold (DIBH) sono ottenibili riduzioni della dose media (Dmean) del cuore del 31-63%. Anche la dose media del polmone omolaterale può essere ridotta del 7-15%. [9]

Verhoeven et al. hanno confrontato piani di trattamento con paziente supino in FB (Free Breathing), supino in DIBH (Deep inspiration breath

hold) e prono in FB. Mentre la copertura del target risultava essere simile con tutte le modalità, le dosi al cuore, alla LAD (arteria coronaria sinistra anteriore discendente) e al seno controlaterale potrebbero essere ridotte in modo più efficace attraverso l' applicazione del DIBH. [14]

Dallo studio prospettico SAVE-HEART di Simonetto et al. è emerso che nonostante idealmente la tecnica DIBH dovrebbe essere utilizzata in tutte le pazienti con carcinoma mammario sinistro, i massimi benefici sono attesi in pazienti con una prognosi tumorale favorevole, una dose cardiaca media elevata o alto rischio di morte per cardiopatia ischemica (IHD) al segmento basale, indipendentemente dalla loro età. Per ognuna delle ottantanove pazienti, sono stati creati piani di trattamento 3D CRT in FB e DIBH. I corrispondenti rischi di mortalità per IHD indotti da radiazioni sono stati stimati sulla base di sopravvivenza attesa, su fattori di rischio individuali per IHD e relativo rischio indotto da radiazioni. [15]

Uno studio effettuato da Oechsner M et al. ha dimostrato come un beneficio dosimetrico sulla massa in DIBH può essere raggiunto se correlato ad un volume $\geq 8-9$ % circa. L'espansione polmonare non ha mostrato alcun impatto sulla dose polmonare, ma sulla dose cardiaca. Inoltre si è notato come una respirazione toracica più forte per DIBH sembri essere più vantaggiosa della respirazione addominale. [16]

Capitolo 2, MATERIALI E METODI

2.1 Strumentazione

2.1.1 LINAC : TRUEBEAM™

I trattamenti analizzati presso la SOD di radioterapia dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria "Ospedali Riuniti " di Ancona, sono stati effettuati con LINAC della ditta Varian modello TRUEBEAM™.

L'unità di trattamento è in grado di emettere 4 fasci di fotoni di energia nominale a 4 MV, 6 MV, 8 MV e 10 MV, e 5 fasci di elettroni di energia 6 MV, 9 MV, 12 MV, 16 MV e 18 MV. La testata dell'acceleratore è provvista di un sistema di collimazione multi lamellare MLC a 120 lamella ad alta risoluzione (0.5 cm all' isocentro) e campo massimo sagomabile di 40 x 40 cm². Le lamelle sono organizzate in due banchi da 60 lamelle ciascuno, di larghezza all'isocentro Full leaf 10mm - Half leaf 5mm ISO e spessore Full Leaf 5,3 mm - Half leaf 2,5mm. I campi di radiazione in modalità fotoni hanno dimensione comprese tra 0,5 x 0,5 cm² e 40 x 40 cm² all'isocentro, alla Source-Axis distance (SAD) pari a 100 cm. [6]

Il rateo di dose per i trattamenti è regolabile in valori variabili a seconda dell'energia utilizzata:

- 5-10-15-20-30-40-50-100-150-200-250 UM/min per le energie da 4 MV;
- 5-10-15-20-40-60-80-100-200-300-400-500-600 UM/min per le energie da 6/8/10 MV;
- 20-40-60-80-100-200-300-400-500-600 UM/min per l'energia da 15 MV;
- 400-600-800-1000-1200-1400 UM/min per l'energia 6 MV High Intensity Mode;

- 400-800-1200-1600-2000-2400 UM/min per l'energia 10 MV High Intensity Mode;

Il LINAC TRUEBEAM™ è dotato di un lettino di trattamento “Exact” a 4 gradi di libertà. Il lettino di trattamento può essere controllato tramite un pendant e permette movimenti longitudinali, orizzontali, verticali e rotazione a pavimento (fino a 4 gradi di libertà). Grazie agli innovativi strumenti per IGRT, il software applicativo consente di calcolare le correzioni del posizionamento del lettino e quindi di riposizionare il paziente in base al risultato del matching tra le immagini acquisite ed i riferimenti importati da sistemi RX o CT di riferimento. Il riposizionamento del lettino è totalmente automatico. [6]



Fig. 1, LINAC TRUEBEAM™

2.1.2 Sistema IGRT: OBI e EPID

Incorporati alla struttura di sostegno del gantry si trovano anche dei dispositivi quali un imager, fornito di funzione Cone-Beam Computed

Tomography (CBCT), ed un rivelatore di radiazione EPID (Electronic Portal Imaging Device).

Lo scanner OBI (On Board Imager) è un sistema di IGRT radiologico KV Imager che permette la verifica dell'accuratezza del posizionamento. Il sistema KV Imager è solidale al gantry dell'acceleratore lineare con detettore di immagini allo stato solido e complesso radiogeno montati su una coppia di bracci meccanici robotizzati "Exact Arm" completamente retraibili quando il sistema OBI non viene utilizzato. Il sistema radiologico di IGRT KV Imager permette di acquisire immagini secondo le modalità di Imaging radiografico 2D, coneBeam CT e fluoroscopico. Il pannello allo stato solido di silicio amorfo ha un'area attiva rettangolare di 39,7 x 29,8 cm². Il sistema può a risoluzione di contrasto può essere alta 2,58 lp/mm, o standard 1,29 lp/mm, la profondità della scala di grigio è di 14 bit. La tipologia del tubo a raggi X è Varian GS 1542 a doppio fuoco ad anodo rotante con inserto metallico. La dimensione delle macchie focali è di 0,4 mm - 0,8 mm. L'asse del fascio del tubo a raggi X è ortogonale all'asse Gantry-Target dell'acceleratore e all'asse longitudinale del lettino. Il fuoco dell'anodo si trova a 100 cm di distanza dall'isocentro, ottenendo così immagini corrispondenti, per geometria, a quelle generate dalla sorgente dell'acceleratore. [6]

L'electronic portal imaging device (EPID) è un sistema di imaging portale MV Imager che permette di acquisire immagini 2D prima, dopo e durante il trattamento. L'EPID è costituito da un pannello di rivelazione montato su un braccio robotizzato completamente retraibile nel gantry del LINAC: questo sistema permette l'esecuzione di tutti i movimenti (longitudinale, trasversale, verticale e rotazione). Il pannello di rivelazione appartiene alla tipologia in Silicio amorfo aS1200 e consta di una matrice di 1280x1280 o 640 x 640 pixel dalla risoluzione assoluta di 0.34 mm, e un'area attiva di 43 x 43 cm². Esclusivamente per l'acquisizione di immagini MV l'acceleratore lineare è dotato di una configurazione energia Low X-ray imaging a 2.5 MV che permette di ridurre la dose al paziente e

ottimizzare la qualità dell'immagine. L'acquisizione di immagini portali può avvenire con cadenza di acquisizione variabile ed inoltre le immagini acquisite possono essere singole, multiple, sequenziali (cine), doppia esposizione. [6]



Fig. 2, Sistema IGRT: OBI e EPID

2.1.3 TC Toshiba Aquilon Large Bore

I trattamenti analizzati sono stati pianificati su immagini TC acquisite in fase di simulazione con il tomografo computerizzato Aquilion Large Bore della Toshiba Medical Systems. Si tratta di uno scanner TC dedicato alla radioterapia: in quanto tale questa macchina è dotata di un campo di scansione S FOV di 70cm e un gantry di 90cm, il più grande della sua categoria. L'ampiezza del gantry rappresenta un requisito per una TC studiata per l'impiego in radioterapia in quanto c'è la necessità di acquisire delle immagini che comprendono l'intero profilo del paziente nella sua futura posizione di trattamento e quindi i sistemi di immobilizzazione utilizzati. Inoltre la macchina si caratterizza per la presenza di un lettino rigido, in fibra di carbonio, indicizzato e con alloggiamenti lungo il suo asse per la sistemazione e l'aggancio del sistema di immobilizzazione. Inoltre la TC di simulazione ha due coppie di laser, una integrata nell'apparecchiatura stessa e rappresenta l'isocentro della macchina, e l'altra è rappresentata dai laser mobili. Essi sono presenti sia in sala di

simulazione che all'interno del bunker. Questa macchina consente di effettuare acquisizioni a dinamica volumetrica e ad alta risoluzione isotropica: il rivelatore di cui è dotata è in grado di fornire un imaging a fette sottili a 0,5 mm con una risoluzione spaziale di 350 micron e a basso contrasto di 2 mm al 3%. [17]



Fig. 3, TC Toshiba Aquilon Large Bore

2.1.4 Sistema RPM (Real Time Position)

Per monitorare i movimenti respiratori in tempo reale e la posizione del paziente in 3D viene utilizzato il sistema Optical Imager il quale è dotato di funzionalità di imaging ottico non invasivo. Tale sistema è costituito da:

- Telecamera a infrarossi, una telecamera stereoscopica, installata sul soffitto. Attraverso un sistema LEDs vengono emessi, nella direzione in cui è diretta la telecamera, raggi infrarossi. I raggi infrarossi vengono riflessi dal marker block posizionato sul paziente verso la telecamera la quale a sua volta acquisisce il segnale. Il segnale viene utilizzato dal software per analizzare il movimento

del marker block, rappresentativo del movimento esterno del torace.



Fig. 4, Telecamera a infrarossi

- Marker block, un blocchetto che viene posto sul torace del paziente, all'interno del campo visivo della telecamera. Il marker presenta 4 sfere riflettenti, poste sullo stesso lato ed ad una distanza fissa l'uno dall'altro che rappresenta il riferimento per la calibrazione del sistema.



Fig. 5, Marker block

- Predictive filter, un software predittivo attraverso il quale viene monitorato l'andamento del respiro del paziente. Dopo aver rilevato il ciclo respiratorio, il Predictive filter controlla che l'andamento venga seguito istante per istante. Se nel corso del trattamento

vengono rilevate alterazioni anomale il sistema di Gating Respiratorio Optical Imager interrompe immediatamente l'irradiazione. [6]

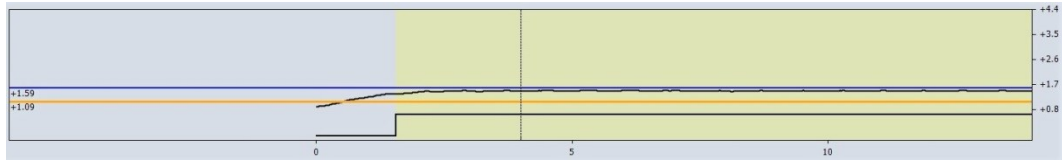


Fig.6, Tracciato respiratorio con il quale viene monitorato il respiro della paziente durante il trattamento

Le telecamere a infrarossi e il marker block posizionato sul torace del paziente permettono di rilevare l'andamento del respiro, sia in fase di simulazione che in fase di trattamento.

Nelle pazienti trattate con tecnica breath hold il sistema RPM permette l'acquisizione di una TC 4D: l'acquisizione di immagini avviene in modo continuo e sincronizzato durante la registrazione del tracciato respiratorio della paziente. In questo modo dopo aver individuato dei valori soglia del ciclo respiratorio viene acquisita la TC di centraggio con la paziente in apnea inspiratoria. Successivamente il set di immagini TC viene poi inviato al TPS sul quale verranno gestite: andando a verificare la posizione del tumore in relazione all'andamento del tracciato respiratorio è possibile definire intervallo del ciclo respiratorio in cui la lesione si deve trovare per essere trattata. In questo modo si ottiene l'ottimizzazione della dose che risulterà massima sul volume bersaglio e minima sui tessuti sani.

2.2 Le fasi del trattamento radioterapico

Il trattamento radioterapico è un processo multistadio che ha inizio con la verifica della clinica della paziente e termina con la realizzazione del trattamento radiante personalizzato sul singolo individuo.

2.2.1 Fase di simulazione

Per poter stilare un piano di trattamento adeguato, le pazienti reclutate vengono sottoposte, in fase di simulazione, all' acquisizione di una TC di centraggio.

Ogni paziente viene posta nella corretta posizione di set-up prevista per il trattamento della mammella: in decubito supino, con entrambe le braccia portate sopra la testa. La riproducibilità della posizione è garantita dall' utilizzo di appositi sistemi d' immobilizzazione: un Breast Board, provvisto di supporto per la testa e appoggi indicizzati per gomiti e polsi, e un Kneefix, idoneo al sollevamento delle ginocchia. Entrambi i presidi sono ancorati ad un Omniboard, una base in fibra di carbonio indicizzata onnicomprensiva di entrambi.



Fig.6, Posizionamento Pz in Tc di Centraggio



Fig.7, Sistemi d' immobilizzazione : Breast Board e Kneefix

Il centraggio viene effettuato, con l'ausilio dei laser esterni, posizionando la linea sagittale passante per la linea mediana del torace, la linea assiale passante per i capezzoli e la linea coronale passante per l'emispessore del torace. Una volta identificato il corretto set up, vengono posizionati dei reperi cutanei radiopachi nella zona del volume di interesse, precisamente uno OTC a livello sternale, uno di allineamento e due laterali. Il volume d'acquisizione è definito sulla scout view: dovendo comprendere tutto il volume mammario e polmonare viene impostata l'acquisizione dalla mandibola fin sotto le cupole diaframmatiche. Il volume acquisito deve essere esteso di almeno 10 cm superiormente e inferiormente alla mammella.

La scansione TC come da protocollo viene eseguita mediante un'acquisizione elicoidale con gantry a 0° e slice da 1mm di spessore ciascuna. Viene utilizzato un kilovtaggio fisso pari a 120 Kv, un milliamperaggio variabile con tetto massimo di 100 mA. Viene impostato uno Scan FOV Large, di circa 500 mm: le sue dimensioni sono tali da garantire l'acquisizione sia di tutto il profilo del paziente che dei sistemi di immobilizzazione ad essa correlati. La prima acquisizione TC è eupnoica. Successivamente, su quest'ultima, il medico radioterapista valuta se le pazienti possono beneficiare, in termini dosimetrici, di un trattamento in tecnica breath hold. In tal caso, dopo aver acquisito la prima scansione a respiro libero, si procede con la scansione in inspiro posizionando, generalmente a livello del diaframma, il marker block. In questa tecnica è importante che la paziente presenti una respirazione regolare e la capacità di rimanere in apnea per almeno 10 secondi: questo è il motivo per cui le pazienti vengono addestrate, attraverso alcune prove, a trattenere il respiro. Quando viene utilizzato il sistema RPM l'operatore deve impostare sul tracciato respiratorio del paziente una finestra di ampiezza pari a circa 5 mm. Si tratta di un range spaziale di una determinata fase respiratoria all'interno della quale rientra il tracciato respiratorio quando la paziente trattiene il respiro. Ottenuta la regolarizzazione del respiro, alle pazienti viene chiesto di eseguire

un'inspirazione profonda a seguito della quale si avvia l' acquisizione TC in breath hold. Al termine dell' esame i reperi cutanei vengono sostituiti con dei tatuaggi che il TSRM effettua con della china. I tatuaggi permettono il riposizionamento della paziente in fase di trattamento con precisione millimetrica. Le immagini acquisite vengono poi ricostruite ad uno spessore di 2 mm sui 3 piani assiale, coronale e sagittale. Prima di inviare le immagini ricostruite bisogna accertarsi che i reperi in piombo risiedano sulla stessa slice e che l'intero organo sia compreso nel FOV di acquisizione. Una volta effettuata questa verifica vengono inviate le immagini sezionate al sistema di simulazione virtuale.

Sempre in questa fase, il TSRM (Tecnico Sanitario di Radiologia Medica) compila il foglio di simulazione, un documento che verrà inserito nella cartella della paziente. Sul foglio di simulazione vengono inseriti tutti i dati utili per il set-up del paziente (sistema di immobilizzazione, posizione della paziente, note particolari e immagine dei punti presi in cute).

Da questo momento fino all'esecuzione del trattamento la presenza della paziente non è più necessaria.

2.2.2 Fase di Contouring e Treatment Planning

Le immagini TC acquisite sono inviate ad un software specifico presente sulle TPS (Treatment Planning System) sul quale il medico radioterapista esegue il "contouring". In questa fase vengono contornati PTV (Planning Target Volume) e OAR (Organi A Rischio) . Il PTV è definito aggiungendo al CTV (Clinical Target Volume) dei margini di sicurezza dovuti ad errori o incertezze derivanti dal posizionamento del paziente (Set-up Margin, SM) e dallo spostamento del tumore dovuti all' atto respiratorio e al battito cardiaco (Internal Margin, IM). Per il distretto in esame i constraints di riferimento sono il cuore, i polmoni e la mammella destra controlaterale.

Sulle immagini TC contornate dal medico, il fisico sanitario pianificano il piano di cura in tecnica 3D CRT (Radioterapia Conformazionale tridimensionale): due cambi contrapposti tangenziali, un obliquo interno ed uno esterno. Per poter stilare il piano di trattamento il fisico identifica prima l'isocentro di trattamento e successivamente i dati tecnici di irradiazione quali l'energia dei singoli fasci, il loro angolo di ingresso e orientamento nello spazio, l'angolo del collimatore e del lettino. Viene quindi predisposta l'introduzione dei modificatori del fascio e determinato il peso dei campi. Per facilitare l'individuazione della geometria dei fasci nei TPS è presente un dispositivo software denominato BEV (Beam's Eye View) che consente la visualizzazione con immagini bidimensionali del campo di trattamento dal punto di vista della sorgente radiante. I dati morfologici e densitometrici contenuti nelle immagini TC sono analizzati sul TPS in modo da calcolare le curve di isodose tenendo conto dei diversi coefficienti di attenuazione. La quantizzazione della dose al volume viene fornita graficamente dall'istogramma dose-volume (DVH), calcolato solo dopo aver raggiunto una distribuzione ottimale di dose. In tale fase viene anche valutata l'opportunità di inserire ulteriori fasci per ottimizzare maggiormente la distribuzione di dose.



Fig. 8, Pianificazione campi di trattamento, obliquo esterno ed interno, sulla Tc di centraggio

La definitiva accettazione del piano avviene quando la distribuzione di dose soddisfa la prescrizione del medico radioterapista, idealmente una

dose di prescrizione del 100% sul 100% del volume target. Al termine dei calcoli dosimetrici il TPS assegna ad ogni fascio un dato numero di unità monitori (UM) che permettono di conteggiare la radiazione erogata dall'acceleratore. I dati tecnici di irradiazione della paziente derivanti dalla elaborazione del piano di trattamento vengono trasmessi dalla stazione di planning alla console del Linac mediante la rete locale LAN.

La prima seduta di trattamento è preceduta dalla verifica di corrispondenza tra i dati riportati in cartella e quelli visualizzati sul monitor della stazione di trattamento. L'imaging, la dosimetria e i piani di trattamento vengono registrati e archiviati in un sistema iOS (Information Oncology System) chiamato ARIA / Eclipse nella versione 15.1 (Varian).

2.2.3 Fase di trattamento

2.2.4 Primo Set Up

Il primo giorno di terapia si utilizzano le coordinate del piano di cura per portare l'isocentro di trattamento a quello geometrico, dal secondo giorno in poi gli spostamenti del giorno precedente vengono fatti in modo automatico dalla macchina. Per poter individuare l'isocentro di trattamento in prima seduta è necessario porsi a una distanza sorgente-cute del paziente (SSD, Source Skin Distance) sul tatuaggio 0 TC pari a 100, con lettino e testata a 0°. La misura dell' SSD viene presa grazie al telemetro, uno strumento che proietta una scala numerica sulla cute della paziente, visualizzabile a luce spenta.

2.2.5 IGRT giornaliero

Tutti i giorni di trattamento, dopo aver posizionato la paziente nel medesimo modo riportato in cartella, vengono acquisite due immagini portali, una posteriore ed una obliqua, ottenute tramite il sistema EPID. La

loro acquisizione permette di effettuare un controllo diretto con le immagini di ricostruzioni bidimensionali delle scansioni TC, dette DRR.

2.2.6 Valutazione delle incertezze interfraction e intrafraction

Le immagini DRR vengono trasferite alla postazione attraverso una rete interna che permette di accedere a tutte le informazioni riguardanti ogni singolo trattamento. Andando a sovrapporre le immagini DRR con l'imaging in bunker è possibile verificare se sono state raggiunte le medesime condizioni con le quali è stata fatta la TC di centraggio. In caso contrario il sistema fornisce gli spostamenti da applicare al lettino nelle tre direzioni dello spazio (longitudinale, verticale e laterale) affinché si riconduca la paziente nella medesima posizione in cui è stato pianificato il trattamento. Nell'operatività di matching sono presi in considerazione oltre la posizione del target, la posizione della parete toracica in quanto hanno motilità nulla e quindi di facile riproducibilità.

2.3 Casistica

Vengono prese in esame otto pazienti sottoposte a trattamento radioterapico standard 3D CRT sulla mammella sinistra. Quattro di queste pazienti eseguono il trattamento in tecnica breath hold al fine di trarne un vantaggio dosimetrico, le altre quattro in free breathing in quanto la proiezione del cuore è minima. Si osserva il campione di persone selezionate per cinque sedute di trattamento consecutive durante le quali vengono acquisite delle immagini sequenziali (cine).

2.4.1. Acquisizione Imaging Cine

L'acquisizione dell' Imaging Cine viene predisposta dal fisico sanitario sul sistema Aria. Si tratta di immagini portali ottenute in concomitanza alla terapia: per mezzo del sistema EPID, sia per il campo obliquo esterno che per quello interno, viene sfruttato il fascio di trattamento per acquisire immagini continue. Per programmare la loro acquisizione all' interno della sezione "Plan Scheduling" si selezionano le 5 sedute di interesse, sia sul campo obliquo esterno che quello interno, e con "Add imaging" viene impostata il tipo di acquisizione d' interesse "cine acquisition". L'operazione descritta viene ripetuta per ogni paziente che appartiene alla casistica dello studio, preliminarmente all' inizio del trattamento

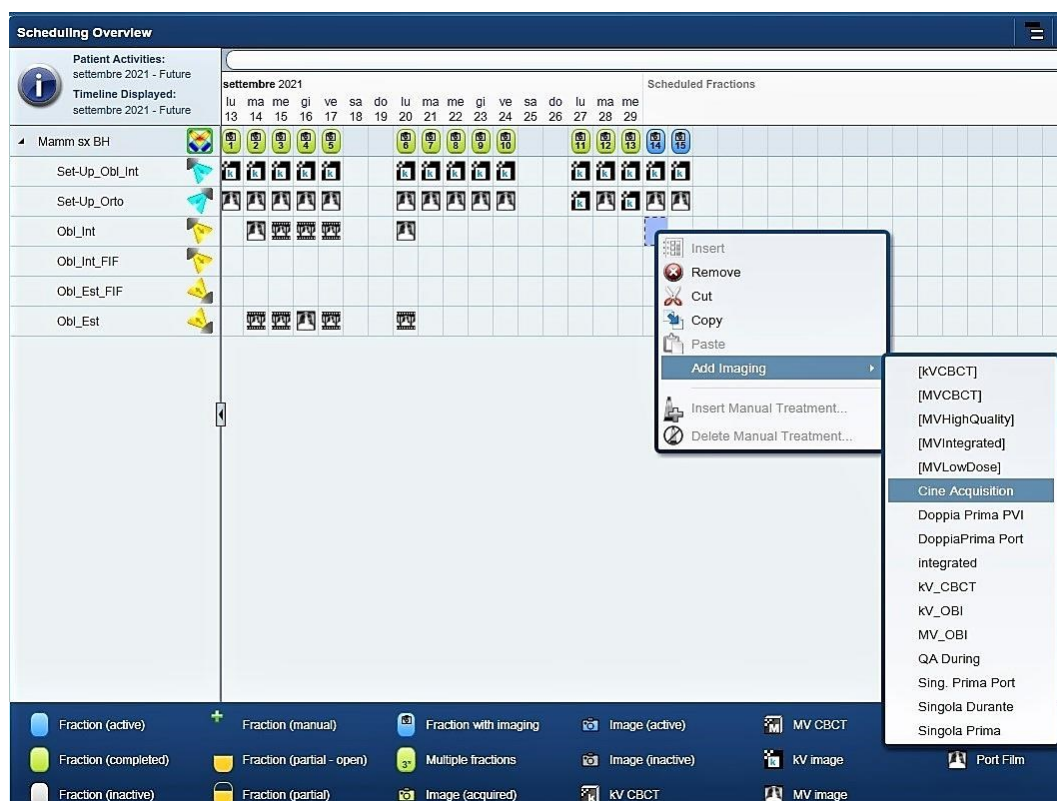


Fig. 9, Impostazione Imaging cine nella sezione "Plan Scheduling"

Sul campione di pazienti selezionate, quando l'operatore avvia la terapia con il "Beam on", viene acquisito in modo automatico l'imaging cine. È necessario prestare attenzione nelle pazienti trattate in tecnica breath hold che il tracciato respiratorio entri all'interno della finestra di

erogazione prima di erogare il fascio in modo da evitare acquisizioni di immagini a vuoto. L'acquisizione inizia e termina esattamente nel momento in cui ha rispettivamente inizio e termine il trattamento. Sulla console di trattamento è visibile in tempo reale l'acquisizione. Una volta terminata la seduta le immagini vengono salvate in modo automatico all'interno del sistema iOS.

2.4.2. Valutazione Imaging Offline

Una volta che le immagini vengono salvate all'interno del sistema Aria è possibile farne una visualizzazione da remoto su una postazione TPS. Per poter utilizzare il software che consente di valutare l'imaging offline, sulla barra di opzioni in alto si clicca "Quick links". A questo punto si aprirà una tendina con diverse opzioni: tra le presenti viene selezionato "Imaging" e successivamente in ugual modo si seleziona "Offline review".

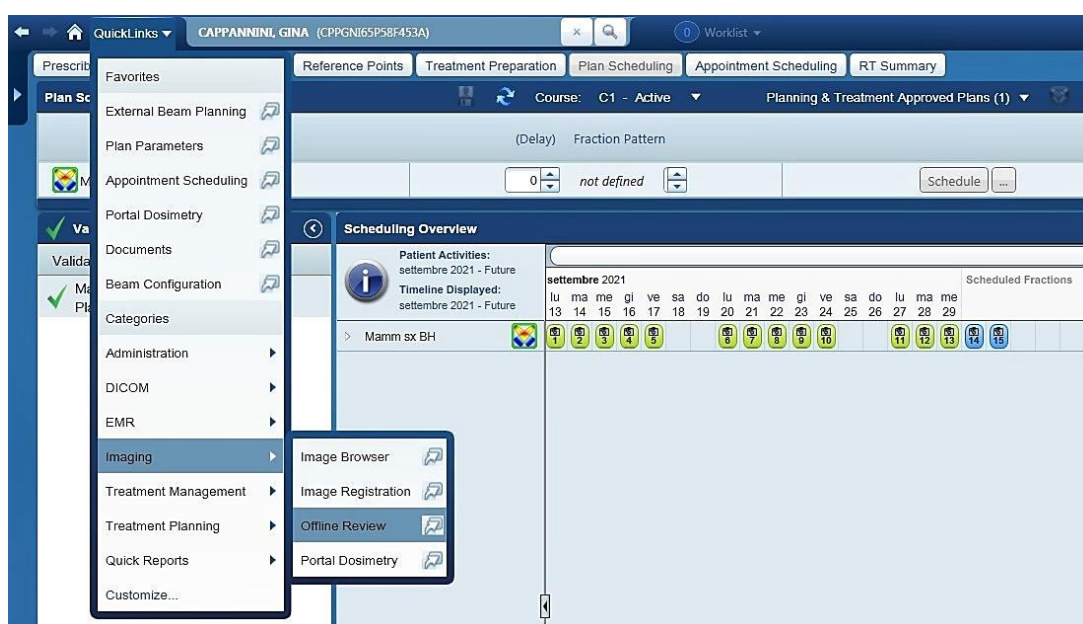


Fig. 10, Schermata per accedere all' Offline Review

Dopo aver eseguito questi passaggi si inserisce cognome e nome della paziente di interesse e si sceglie la seduta di interesse sulla Time Line.

Plan Id	ven /09/2021	lun 13/09/2021	mar 14/09/2021	mer 15/09/2021	gio 16/09/2021	ven 17/09/2021	lun 20/09/2021
		14:57	14:51	14:37	14:37	14:47	15:06
Mamm sx BH		1	2	3	4	5	6

Fig. 11 , Timeline di Trattamento

Gli strumenti messi a disposizione dal software permettono di effettuare delle misure con il righello centimetrato e qual ora fosse necessario di ingrandire l'immagine. La valutazione delle immagini cine avviene selezionando "Auto Window Level" nel settore di visualizzazione "View".



Fig. 12, Barra degli strumenti

Le distanze misurate fanno riferimento all' isocentro di trattamento e agli assi, verticale e orizzontale, che intersecandosi lo definiscono. Per questo motivo le misure vengono fatte attivando la loro visualizzazione. Al fine di avere maggiore precisione nella misurazione viene attivata anche l'opzione griglia.

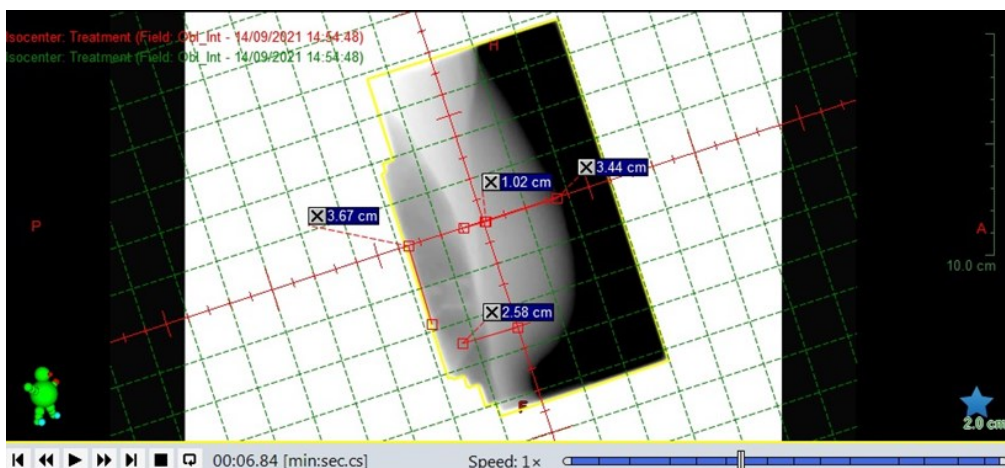


Fig. 13, Misure sull' imaging cine

Sulle immagini cine acquisite vengono misurati, per ogni campo di trattamento, i seguenti parametri:

- La distanza che intercorre tra l'isocentro di trattamento e il profilo della cute della mammella sinistra (Iso-Cute)
- La distanza che intercorre tra l'isocentro di trattamento e la parete toracica (Iso-Parete)
- La distanza che intercorre in senso Antero-Posteriore tra il cuore e l'asse verticale, ad un' altezza in cui è presente maggior volume e per tanto differente da paziente a paziente (Asse-Cuore AP)
- La distanza che intercorre in senso Cranio-Caudale (CC) tra il cuore e l'estremità dell' asse orizzontale (Cuore CC)

Gli stessi parametri vengono misurati sulle immagini DRR: in questo modo sarà possibile effettuare, in seguito, un confronto tra i valori attesi e quelli misurati.

Inoltre dal piano di cura di ogni pazienti viene annotata l'ampiezza dell'emicampo di trattamento, sia per Obliquo Interno che per obliquo esterno. Questa dimensione permette di risalire, successivamente, attraverso una sottrazione a parametri quali:

- La massima porzione di cuore compresa nel campo di trattamento (Cuore)
- La porzione di polmone compresa nel campo di trattamento ad un'altezza sull' asse verticale pari all' isocentro (Polmone)

Ogni parametro è misurato in centimetri cm ed è messo in correlazione ad un determinato momento dell' acquisizione cine espresso in secondi s.

La durata di ogni acquisizione si aggira intorno ai 15s, le misure vengono effettuate circa ogni 2s in modo da analizzare per ogni acquisizione 8 frame. Talvolta non è stato possibile avere 8 misure per acquisizione in quanto sono presenti dei delay nell' acquisizioni d'immagini. Inoltre in alcune frame il sistema EPID per ottimizzare la

qualità dell'immagine attua la saturazione dei pixel rendendo indistinguibili gli organi interni.

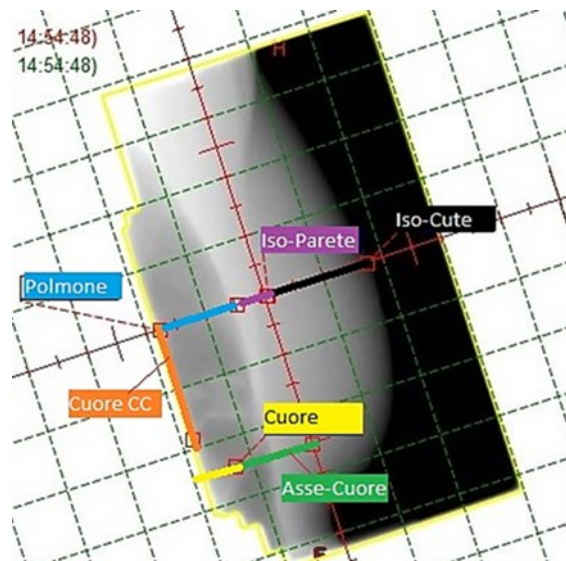


Fig. 14, Parametri misurati e calcolati sull' imaging cine e su DRR

Nelle pazienti che hanno eseguito trattamento in tecnica breath hold è stato anche valutato il parametro di “Gated Motion”. Questo parametro è valutabile restringendo al massimo la finestra gated.

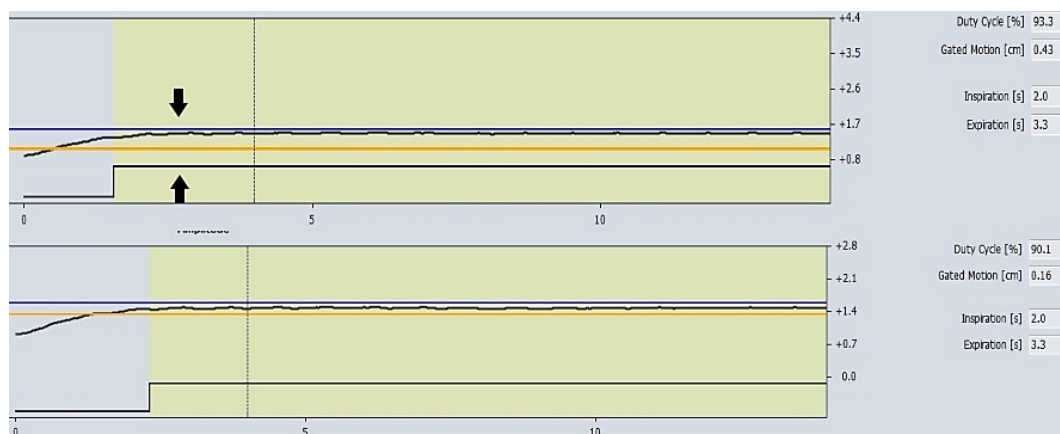


Fig. 15, Metodo di valutazione del parametro Gated Motion

Gli stessi parametri misurati sull'imaging cine vengono misurati anche sulle immagini DRR presenti all'interno del piano di cura. In questo modo è possibile svolgere successivamente, durante l'elaborazione dati, un confronto tra i due.

Tenendo conto delle incertezze di misurazione si può affermare che l'errore di misura è pari ad 1 millimetro (mm).

2.4.3. Tabulazione ed elaborazione dati

Le misure effettuate sull'imaging cine sono state raccolte in delle tabelle. Per ogni paziente vengono realizzate 10 tabelle in quanto ad ognuna delle 5 sedute esaminate sono associate due tabelle, una contenete misure relative al Campo Obliquo Interno ed una a quello Esterno.

Pazienti sottoposte a trattamento con tecnica breath hold:

- Paziente 1

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la prima paziente che effettua trattamento in tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 1 e Tabella 2.

Emicampo Obl. Int	4,5
Cute DRR	5,33
Cuore DRR a 5 cm	1,67
Cuore CC DRR	1,6
Polm. DRR	2,74

Tabella 1: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	4,5
Cute DRR	5,86
Cuore DRR a 5cm	1,36
Cuore CC DRR	1,58
Polm. DRR	2,79

Tabella 2: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,37	2,29	1,17	3,56	0,25
2,48	5,43	2,29	1,17	3,56	
4	5,86	2,55	1,16	3,56	
6	5,86	2,55	1,16	3,56	
0	5,77	2,57	1,16	3,51	
2	5,78	2,58	1,16	3,51	

Tabella 3: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,04	0,62	-0,43	0,82
2,48	0,1	0,62	-0,43	0,82
4	0,53	0,88	-0,44	0,82
6	0,53	0,88	-0,44	0,82
0	0,44	0,9	-0,44	0,77
2	0,45	0,91	-0,44	0,77

Tabella 4: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 3 a quelle attese riportate in Tabella 1

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	6,61	1,16	0,77	3,53	0,17
2	6,49	1,27	0,75	3,53	
4	6,65	1,23	0,75	3,53	

Tabella 5: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,75	-0,2	-0,81	0,74
2	0,63	-0,09	-0,83	0,74
4	0,79	-0,13	-0,83	0,74

Tabella 6: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 3 a quelle attese riportate in Tabella 2

Durante la prima seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante la frazione sia rispetto a quanto pianificato. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: nel campo obliquo interno è maggiore di quella attesa, mentre nel campo obliquo esterno risulta essere minore. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction: risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,51	1,67	1,76	3,25	0,21
2,08	5,64	1,59	1,78	3,25	
4,2	5,53	1,57	1,78	3,25	

Tabella 7: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,18	0	0,16	0,51
2,08	0,31	-0,08	0,18	0,51
4,2	0,2	-0,1	0,18	0,51

Tabella 8: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 7 a quelle attese riportate in Tabella 1

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
6,96	6,34	1,55	1,46	3,4	0,13
7,88	6,26	1,61	1,46	3,4	
10,2	6,28	1,61	1,46	3,4	

Tabella 9: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
6,96	0,48	0,19	-0,12	0,74
7,88	0,4	0,25	-0,12	0,74
10,2	0,42	0,25	-0,12	0,74

Tabella 10: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 9 a quelle attese riportate in Tabella 2

Anche durante la seconda seduta per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: nel campo obliquo interno è minore di quella attesa mentre nel campo obliquo esterno risulta essere maggiore. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è superiore a quanto previsto solo sul campo obliquo interno mentre nell'esterno appare inferiore. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in cui è leggermente maggiore di quello pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,33	1,19	1,96	2,76	0,2
1	5,19	1,19	1,93	2,76	
3,32	5,19	1,19	1,93	2,76	

Tabella 11: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0	-0,48	0,36	0,02
1	-0,14	-0,48	0,33	0,02
3,32	-0,14	-0,48	0,33	0,02

Tabella 12: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 11 a quelle attese riportate in Tabella 1

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,8	6,1	1,2	1,88	3,33	0,21
1,8	6,27	1,2	1,85	3,33	
2,72	6,21	1,1	1,88	3,33	
3,24	6,21	1,2	1,88	3,33	

Tabella 13: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,8	0,24	-0,16	0,3	0,54
1,8	0,41	-0,16	0,27	0,54
2,72	0,35	-0,26	0,3	0,54
3,24	0,35	-0,16	0,3	0,54

Tabella 14: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 13 a quelle attese riportate in Tabella 2

Durante la terza seduta si nota che per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è variabile inter-fraction. Questa però risulta essere per il campo obliquo interno pari o inferiore a quanto pianificato mentre per il campo obliquo esterno si registrano valori sempre leggermente superiori a quelli attesi. La porzione di cuore compresa in entrambi i campi di trattamento è variabile durante il trattamento ma sempre minore a quella pianificata. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è maggiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-

fraction: risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
4,56	5,33	1,66	1,64	3,51	0,09
6	5,61	1,71	1,62	3,51	
8	5,61	1,71	1,62	3,51	
10,64	5,63	1,69	1,64	3,51	

Tabella 15: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
4,56	0	-0,01	0,04	0,77
6	0,28	0,04	0,02	0,77
8	0,28	0,04	0,02	0,77
10,64	0,3	0,02	0,04	0,77

Tabella 16: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 15 a quelle attese riportate in Tabella 1

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
5,88	6,4	1,32	1,43	3,43	0,09
7,32	6,31	1,3	1,43	3,43	
8,2	6,31	1,3	1,43	3,43	
9,36	6,4	1,32	1,43	3,43	

Tabella 17: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
5,88	0,54	-0,04	-0,15	0,64
7,32	0,45	-0,06	-0,15	0,64
8,2	0,45	-0,06	-0,15	0,64
9,36	0,54	-0,04	-0,15	0,64

Tabella 18: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 17 a quelle attese riportate in Tabella 2

Durante la quarta seduta si nota che per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è variabile inter-fraction e sempre maggiore a quella pianificata. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di

trattamento è variabile: nel campo obliquo interno è maggiore di quella attesa mentre nel campo obliquo esterno risulta essere minore. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è superiore a quanto previsto solo sul campo obliquo interno mentre nell' esterno appare inferiore. Il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,2	5,89	1,43	1,82	3,36	0,25
2	5,62	1,65	1,84	3,36	
4,4	5,62	1,44	1,82	3,36	
6,24	5,62	1,43	1,82	3,36	

Tabella 19: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,2	0,56	-0,24	0,22	0,62
2	0,29	-0,02	0,24	0,62
4,4	0,29	-0,23	0,22	0,62
6,24	0,29	-0,24	0,22	0,62

Tabella 20: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 19 a quelle attese riportate in Tabella 1

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	6,53	1,61	1,91	3,4	0,11
2	6,55	1,69	1,93	3,4	
2,6	6,55	1,61	1,91	3,4	
3,4	6,53	1,61	1,91	3,4	

Tabella 21: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,67	0,25	0,33	0,61
2	0,69	0,33	0,35	0,61
2,6	0,69	0,25	0,33	0,61
3,4	0,67	0,25	0,33	0,61

Tabella 22: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 21 a quelle attese riportate in Tabella 2

Durante la quinta seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: nel campo obliquo interno è minore di quella attesa mentre nel campo obliquo esterno risulta essere maggiore. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è superiore a quanto previsto. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in cui è leggermente maggiore di quello pianificato.

- Paziente 2

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la seconda paziente che effettua trattamento in tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 23 e Tabella 24

Emicampo Obl. Int	5
Cute DRR	4,7
Cuore DRR a 5 cm	4,23
Cuore CC DRR	4,22
Polm. DRR	2,36

Tabella 23: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	5
Cute DRR	5,5
Cuore DRR a 5cm	3,81
Cuore CC DRR	3,69
Polmone DRR	2,06

Tabella 24: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	4,49	2,46	2,43	2,46	0,19
2	4,49	2,46	2,43	2,46	
4	4,42	2,46	2,43	2,46	
6	4,43	2,47	2,43	2,46	
8	4,43	2,46	2,4	2,46	
10	4,44	2,46	2,43	2,46	
12	4,44	2,47	2,43	2,46	
14,32	4,44	2,47	2,43	2,46	

Tabella 25: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	-0,21	-1,77	-1,79	0,1
2	-0,21	-1,77	-1,79	0,1
4	-0,28	-1,77	-1,79	0,1
6	-0,27	-1,76	-1,79	0,1
8	-0,27	-1,77	-1,82	0,1
10	-0,26	-1,77	-1,79	0,1
12	-0,26	-1,76	-1,79	0,1
14,32	-0,26	-1,76	-1,79	0,1

Tabella 26: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 25 a quelle attese riportate in Tabella 23

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,31	4,56	1,64	2,45	0,18
2	5,35	4,67	1,61	2,45	
4	5,33	4,6	1,64	2,45	
6	5,33	4,58	1,64	2,45	
8	5,33	4,58	1,64	2,45	
10	5,31	4,48	1,64	2,45	
12,2	5,4	4,46	1,64	2,45	
12,48	5,4	4,46	1,62	2,45	

Tabella 27: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	-0,19	0,75	-2,05	0,39
2	-0,15	0,86	-2,08	0,39
4	-0,17	0,79	-2,05	0,39
6	-0,17	0,77	-2,05	0,39
8	-0,17	0,77	-2,05	0,39
10	-0,19	0,67	-2,05	0,39
12,2	-0,1	0,65	-2,05	0,39
12,48	-0,1	0,65	-2,07	0,39

Tabella 28: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 27 a quelle attese riportate in Tabella 24

Durante la prima seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato in quanto risulta essere minore. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: nel

campo obliquo interno è minore di quella attesa mentre nel campo obliquo esterno risulta essere maggiore. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction: infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	4,9	2,42	2,61	2,8	0,15
2	4,9	2,42	2,61	2,8	
4	4,9	2,42	2,61	2,8	
6	4,9	2,4	2,61	2,8	
8	4,9	2,4	2,59	2,8	
10	4,89	2,42	2,61	2,8	
12	4,9	2,42	2,61	2,8	
12,92	4,9	2,42	2,61	2,8	

Tabella 29: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,2	-1,81	-1,61	0,44
2	0,2	-1,81	-1,61	0,44
4	0,2	-1,81	-1,61	0,44
6	0,2	-1,83	-1,61	0,44
8	0,2	-1,83	-1,63	0,44
10	0,19	-1,81	-1,61	0,44
12	0,2	-1,81	-1,61	0,44
12,92	0,2	-1,81	-1,61	0,44

Tabella 30: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 29 a quelle attese riportate in Tabella 23

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,58	2,64	2,55	2,43	0,12
2	5,6	2,67	2,53	2,43	
4	5,58	2,67	2,53	2,43	
6	5,58	2,67	2,53	2,43	
8	5,58	2,67	2,53	2,43	
10	5,58	2,62	2,53	2,43	
12	5,6	2,62	2,55	2,43	
12,2	5,58	2,62	2,55	2,43	

Tabella 31: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,08	-1,59	-1,14	0,37
2	0,1	-1,56	-1,16	0,37
4	0,08	-1,56	-1,16	0,37
6	0,08	-1,56	-1,16	0,37
8	0,08	-1,56	-1,16	0,37
10	0,08	-1,61	-1,16	0,37
12	0,1	-1,61	-1,14	0,37
12,2	0,08	-1,61	-1,14	0,37

Tabella 32: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 31 a quelle attese riportate in Tabella 24

Anche durante la seconda seduta per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute riporta variazione inter-fraction e intra-fraction: risulta essere maggiore rispetto a quanto pianificato. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento sia per l'obliquo interno che per quello esterno risulta essere minore. Allo stesso modo la distanza dall' asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in cui è leggermente maggiore di quello pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	4,9	2,3	1,27	2,48	0,28
2	4,9	2,3	1,27	2,48	
4	4,9	2,3	1,27	2,48	
6	4,9	2,3	1,27	2,48	
8	4,9	2,3	1,27	2,48	
10	4,93	2,33	1,25	2,48	
12	4,9	2,3	1,27	2,48	
13	4,9	2,33	1,15	2,48	

Tabella 33: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,2	-1,93	-2,95	0,12
2	0,2	-1,93	-2,95	0,12
4	0,2	-1,93	-2,95	0,12
6	0,2	-1,93	-2,95	0,12
8	0,2	-1,93	-2,95	0,12
10	0,23	-1,9	-2,97	0,12
12	0,2	-1,93	-2,95	0,12
13	0,2	-1,9	-3,07	0,12

Tabella 34: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 33 a quelle attese riportate in Tabella 23

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,61	2,31	0,62	2,21	0,21
2	5,62	2,31	0,62	2,21	
3	5,6	2,31	0,59	2,21	
4	5,62	2,29	0,62	2,21	
6	5,62	2,31	0,62	2,21	
8	5,61	2,31	0,62	2,21	
10	5,61	2,29	0,62	2,21	
11,96	5,61	2,31	0,62	2,21	

Tabella 35: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,2	-1,93	-2,95	0,12
2	0,2	-1,93	-2,95	0,12
4	0,2	-1,93	-2,95	0,12
6	0,2	-1,93	-2,95	0,12
8	0,2	-1,93	-2,95	0,12
10	0,23	-1,9	-2,97	0,12
12	0,2	-1,93	-2,95	0,12
13	0,2	-1,9	-3,07	0,12

Tabella 36: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 35 a quelle attese riportate in Tabella 24

Durante la terza seduta si nota che per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è variabile intra-fraction: si registrano sempre valori sempre leggermente superiori a quelli attesi. Per entrambi i campi di trattamenti sia la porzione di cuore compresa che la distanza dall' asse in senso cranio-caudale sono minori a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i casi rimane costante intra-fraction ma variabile inter-fraction in quanto maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4,79	2,44	1,01	2,77
2	4,79	2,44	1,01	2,77
4	4,79	2,44	1,01	2,77
6	4,79	2,44	1,05	2,77
8	4,79	2,41	1,1	2,77
10,12	4,79	2,44	1,05	2,77
11,84	4,79	2,44	1,05	2,77
26,36	4,7	2,65	1,05	2,77

Tabella 37: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,06	-1,47	-1,87	0,72
2	0,06	-1,47	-1,87	0,72
4	0,09	-1,49	-1,87	0,72
6	0,06	-1,49	-1,86	0,72
8	0,09	-1,47	-1,86	0,72
10	0,06	-1,47	-1,87	0,72
12	0,06	-1,47	-1,87	0,72
12,24	0,06	-1,47	-1,87	0,72

Tabella 38: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 37 a quelle attese riportate in Tabella 23

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,56	2,76	1,82	2,78	0,21
2	5,56	2,76	1,82	2,78	
4	5,59	2,74	1,82	2,78	
6	5,56	2,74	1,83	2,78	
8	5,59	2,76	1,83	2,78	
10	5,56	2,76	1,82	2,78	
12	5,56	2,76	1,82	2,78	
12,24	5,56	2,76	1,82	2,78	

Tabella 39: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,09	-1,93	-3,21	0,41
2	0,09	-1,93	-3,21	0,41
4	0,09	-1,93	-3,21	0,41
6	0,09	-1,93	-3,17	0,41
8	0,09	-1,93	-3,12	0,41
10,12	0,09	-1,93	-3,17	0,41
11,84	0,09	-1,93	-3,17	0,41
26,36	0	-1,93	-3,17	0,41

Tabella 40: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 39 a quelle attese riportate in Tabella 24

Durante la quarta seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Si riscontra una misura sempre superiore a quella attesa. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è

variabile ma in entrambi i campi minore di quella pianificata. Allo stesso modo avviene per la distanza dall'asse in senso cranio-caudale. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in cui è leggermente maggiore di quello pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,02	2,75	1,41	2,52	0,22
2	4,97	2,77	1,41	2,52	
4	4,97	2,77	1,41	2,52	
6	5,02	2,73	1,44	2,52	
8	5,02	2,75	1,41	2,52	
10	5,02	2,75	1,41	2,52	
12	5,02	2,75	1,41	2,52	
12,08	5,02	2,75	1,41	2,52	

Tabella 41: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,32	-1,48	-2,81	0,16
2	0,27	-1,46	-2,81	0,16
4	0,27	-1,46	-2,81	0,16
6	0,32	-1,5	-2,78	0,16
8	0,32	-1,48	-2,81	0,16
10	0,32	-1,48	-2,81	0,16
12	0,32	-1,48	-2,81	0,16
12,08	0,32	-1,48	-2,81	0,16

Tabella 42: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 41 a quelle attese riportate in Tabella 23

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,89	2,47	0,89	2,8	0,3
2	5,89	2,47	0,89	2,8	
4	5,89	2,47	0,89	2,8	
6	5,89	2,47	0,89	2,8	
8	5,9	2,47	0,89	2,8	
10	5,9	2,45	0,89	2,8	
12	5,9	2,45	0,92	2,8	
12,28	5,89	2,47	0,89	2,8	

Tabella 43: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,39	-1,76	-2,8	0,74
2	0,39	-1,76	-2,8	0,74
4	0,39	-1,76	-2,8	0,74
6	0,39	-1,76	-2,8	0,74
8	0,4	-1,76	-2,8	0,74
10	0,4	-1,78	-2,8	0,74
12	0,4	-1,78	-2,77	0,74
12,28	0,39	-1,76	-2,8	0,74

Tabella 44: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 43 a quelle attese riportate in Tabella 24

Anche durante la quinta seduta la distanza Isocentro-Cute risulta essere variabile intra-fraction e inter-fraction. Per entrambi i campi di trattamento si misurano parametri superiori a quelli pianificati. La porzione di cuore compresa in entrambi i campi di trattamento è variabile durante il trattamento ma sempre minore a quella pianificata così come la distanza dall'asse in senso cranio-caudale. Il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction: infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

- Paziente 3

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la terza paziente che effettua trattamento in tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 45 e Tabella 46.

Emicampo Obl. Int	3,7
Cute DRR	3,89
Cuore DRR a 6 cm	0,57
Cuore CC DRR	4,68
Polm. DRR	2,61

Tabella 45: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	3,7
Cute DRR	3,98
Cuore DRR	0,59
Cuore CC DRR	4,37
Polm. DRR	2,39

Tabella 46: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,84	3,62	1,14	3,27	2,67	0,15
2,44	3,53	1,1	3,3	2,67	
4,24	3,5	1,07	3,3	2,67	
5,36	3,43	1,1	3,3	2,67	
6,84	3,41	1,13	3,27	2,67	
10,12	3,43	1,07	3,27	2,67	
11,56	3,45	1,13	3,27	2,67	
13,12	3,64	1,15	3,27	2,67	

Tabella 47: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,84	-0,27	0,57	-1,41	0,06
2,44	-0,36	0,53	-1,38	0,06
4,24	-0,39	0,5	-1,38	0,06
5,36	-0,46	0,53	-1,38	0,06
6,84	-0,48	0,56	-1,41	0,06
10,12	-0,46	0,5	-1,41	0,06
11,56	-0,44	0,56	-1,41	0,06
13,12	-0,25	0,58	-1,41	0,06

Tabella 48: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 47 a quelle attese riportate in Tabella 45

Tempo	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
3,08	1,25	2,54	2,44	0,12
9,52	1,25	2,54	2,44	
11,76	1,29	2,54	2,44	
13,28	1,22	2,57	2,44	

Tabella 49: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
3,08	0,66	-1,83	0,05
9,52	0,66	-1,83	0,05
11,76	0,7	-1,83	0,05
13,28	0,63	-1,8	0,05

Tabella 50: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 49 a quelle attese riportate in Tabella 46

Durante la prima seduta si nota come per entrambi il campi di trattamento obliquo interno la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il

trattamento sia rispetto a quanto pianificato. La variazione inter-fraction si caratterizza per la presenza di valori inferiori a quelli attesi. Sul campo Obliquo esterno non è stato possibile rilevare informazione su questo parametro. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: sia nel campo obliquo interno che nel campo obliquo esterno risulta essere maggiore di quella attesa. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone nonostante sia costante intra-fraction risulta essere variabile inter-fraction poiché maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,76	3,54	1,4	2,87	2,69	0,16
2,4	3,47	0,24	2,84	2,69	
3,48	3,62	1,24	2,87	2,69	
5,64	3,55	1,2	2,87	2,69	
6,44	3,7	1,1	2,83	2,69	
8,8	3,59	1,1	2,87	2,69	
10,16	3,56	1,1	2,87	2,69	
12,64	3,47	1,16	2,87	2,69	

Tabella 51: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,76	-0,35	0,83	-1,81	0,08
2,4	-0,42	-0,33	-1,84	0,08
3,48	-0,27	0,67	-1,81	0,08
5,64	-0,34	0,63	-1,81	0,08
6,44	-0,19	0,53	-1,85	0,08
8,8	-0,3	0,53	-1,81	0,08
10,16	-0,33	0,53	-1,81	0,08
12,64	-0,42	0,59	-1,81	0,08

Tabella 52: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 51 a quelle attese riportate in Tabella 45

Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
2	1,1	2,2	2,52	0,08
4,52	1,12	2,2	2,52	
8,88	1,33	2,2	2,52	
9,6	1,4	2,08	2,52	
10,28	1,4	2,08	2,52	
14,28	1,3	2,2	2,52	

Tabella 53: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
2	0,51	-2,17	0,13
4,52	0,53	-2,17	0,13
8,88	0,74	-2,17	0,13
9,6	0,81	-2,29	0,13
10,28	0,81	-2,29	0,13
14,28	0,71	-2,17	0,13

Tabella 54: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 53 a quelle attese riportate in Tabella 46

Anche durante la seconda seduta per il campo obliquo interno la distanza Isocentro-Cute varia durante il trattamento, mantenendosi sempre inferiore a quanto pianificato. Nel campo esterno non si hanno informazioni sul tale distanza. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: è maggiore di quella attesa in entrambi i casi. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto, con maggiore gap sul campo obliquo esterno. Il volume polmonare per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in cui è leggermente maggiore di quello pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,6	3,74	0,95	3,08	2,63	0,18
2,04	3,76	1,16	3,08	2,63	
3,88	3,58	1,14	3,04	2,63	
6	3,72	1,16	3,08	2,63	
8,68	3,72	1,16	3,08	2,63	
9,68	3,7	1,16	3,08	2,63	
12,24	3,7	1,14	3,08	2,63	
12,64	3,69	1,16	3,08	2,63	

Tabella 55: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,6	-0,15	0,38	-1,6	0,02
2,04	-0,13	0,59	-1,6	0,02
3,88	-0,31	0,57	-1,64	0,02
6	-0,17	0,59	-1,6	0,02
8,68	-0,17	0,59	-1,6	0,02
9,68	-0,19	0,59	-1,6	0,02
12,24	-0,19	0,57	-1,6	0,02
12,64	-0,2	0,59	-1,6	0,02

Tabella 56: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 55 a quelle attese riportate in Tabella 45

Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
2,88	1,43	2,53	2,63	0,23
4,2	1,43	2,53	2,63	
4,88	1,42	2,53	2,63	
7,6	1,39	2,53	2,63	
10,28	1,43	2,53	2,63	

Tabella 57: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
2,88	0,84	-1,84	0,24
4,2	0,84	-1,84	0,24
4,88	0,83	-1,84	0,24
7,6	0,8	-1,84	0,24
10,28	0,84	-1,84	0,24

Tabella 58: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 57 a quelle attese riportate in Tabella 46

Durante la terza seduta si nota che per il campo di trattamento obliquo interno che la distanza Isocentro-Cute è variabile durante la seduta di terapia e sempre inferiore a quanto atteso. Tale distanza non è rilevabile sul campo Obliquo interno. La porzione di cuore compresa in entrambi i campi di trattamento è variabile durante il trattamento e sempre maggiore a quella pianificata. In entrambi i casi la distanza dall' asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per

entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction: infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
3,96	3,94	1,24	2,86	2,68	0,27
4,08	3,96	1,22	2,86	2,68	
5,99	3,88	1,22	2,86	2,68	
7,16	3,6	1,07	2,86	2,68	
8,52	3,68	1,07	2,86	2,68	
10,08	3,68	1,05	2,89	2,68	
13,84	3,6	1,02	2,89	2,68	

Tabella 59: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
3,96	0,05	0,67	-1,82	0,07
4,08	0,07	0,65	-1,82	0,07
5,99	-0,01	0,65	-1,82	0,07
7,16	-0,29	0,5	-1,82	0,07
8,52	-0,21	0,5	-1,82	0,07
10,08	-0,21	0,48	-1,79	0,07
13,84	-0,29	0,45	-1,79	0,07

Tabella 60: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 59 a quelle attese riportate in Tabella 45

Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
3,88	1,18	3,71	2,47	0,16
4,24	1,23	3,71	2,47	
5,24	1,27	3,68	2,47	
5,88	1,27	3,68	2,47	
8,16	1,27	3,68	2,47	
12	1,03	3,71	2,47	
12,56	1,03	3,71	2,47	
14,48	1,02	3,71	2,47	

Tabella 61: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
3,88	0,59	-0,66	0,08
4,24	0,64	-0,66	0,08
5,24	0,68	-0,69	0,08
5,88	0,68	-0,69	0,08
8,16	0,68	-0,69	0,08
12	0,44	-0,66	0,08
12,56	0,44	-0,66	0,08
14,48	0,43	-0,66	0,08

Tabella 62: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 61 a quelle attese riportate in Tabella 46

Durante la quarta seduta si nota che per il campo obliquo interno la distanza Isocentro-Cute varia sia inter-fraction che intra-fraction. Essa è sempre minore rispetto a quella attesa. Nel campo obliquo esterno non è possibile valutare questa misura. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: in entrambi i campi risulta essere maggiore di quella misurata sulle DRR. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto su entrambi i campi. Il volume polmonare per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma presenta una minima differenza con quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
10,2	3,86	1,11	2,69	2,6	0,28
11,4	3,74	1,16	2,69	2,62	
11,96	3,8	0,94	2,71	2,67	
12,08	3,73	0,92	2,76	2,67	
16,8	3,73	0,94	2,71	2,67	
18,32	3,73	0,87	2,62	2,67	
21,24	3,75	1,02	2,62	2,67	
22,68	3,7	0,93	2,63	2,67	

Tabella 63: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
10,2	-0,03	0,54	-1,99	-0,01
11,4	-0,15	0,59	-1,99	0,01
11,96	-0,09	0,37	-1,97	0,06
12,08	-0,16	0,35	-1,92	0,06
16,8	-0,16	0,37	-1,97	0,06
18,32	-0,16	0,3	-2,06	0,06
21,24	-0,14	0,45	-2,06	0,06
22,68	-0,19	0,36	-2,05	0,06

Tabella 64: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 63 a quelle attese riportate in Tabella 45

Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,6	1,56	2,18	2,59	0,27
1,4	1,56	2,18	2,59	
3,44	1,59	2,23	2,59	
7,24	1,59	2,23	2,59	
9,44	1,6	2,23	2,59	
10,56	1,56	2,23	2,59	
12,36	1,66	2,23	2,59	

Tabella 65: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,6	0,97	-2,19	0,2
1,4	0,97	-2,19	0,2
3,44	1	-2,14	0,2
7,24	1	-2,14	0,2
9,44	1,01	-2,14	0,2
10,56	0,97	-2,14	0,2
12,36	1,07	-2,14	0,2

Tabella 66: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 65 a quelle attese riportate in Tabella 46

Durante la quinta seduta si nota che nel campo di trattamento interno la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Questa misura non è rilevata nel campo obliquo esterno. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è in

entrambi i casi maggiore. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in cui è leggermente maggiore di quello pianificato.

- Paziente 4

Le misure attese sul Campo Esterno di trattamento per la quarta paziente che effettua trattamento in tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 67. Sul Campo Obliquo Interno sono presenti dei delay nell'acquisizioni d' immagini che rendono impossibile la misurazione dei parametri di interesse.

Emic. Obl. Est.	6
Cute DRR	4,62
Cuore DRR a 7cm	0,93
Cuore CC	3,46
Polm. DRR	3,65

Tabella 67: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,44	5,31	1,71	1,31	3,86	0,44
2,08	5,31	1,71	1,31	3,86	
4,08	5,32	1,65	1,34	3,86	
5,12	5,33	1,47	1,34	3,86	
6	5,39	1,65	1,31	3,86	
7,04	5,33	1,47	1,34	3,86	
8	5,32	1,65	1,34	3,86	
8,92	5,28	1,47	1,31	3,86	

Tabella 68: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,44	0,69	0,78	-2,15	0,21
2,08	0,69	0,78	-2,15	0,21
4,08	0,7	0,72	-2,12	0,21
5,12	0,71	0,54	-2,12	0,21
6	0,77	0,72	-2,15	0,21
7,04	0,71	0,54	-2,12	0,21
8	0,7	0,72	-2,12	0,21
8,92	0,66	0,54	-2,15	0,21

Tabella 69: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 68 a quelle attese riportate in Tabella 67

Durante la prima seduta si nota come per il campo di trattamento obliquo esterno la distanza Isocentro-Cute varia leggermente durante il trattamento e complessivamente risulta superiore a quella attesa. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile e maggiore rispetto a quanto pianificato. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction: infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
4,68	4,96	2,33	1,94	2,55	0,26
5,76	4,9	2,33	1,94	2,55	
6,68	4,99	2,19	1,96	2,55	
7,6	4,99	2,19	1,96	2,55	
8,76	4,99	2,19	1,94	2,55	
9,64	4,94	2,32	1,94	2,55	
11,8	4,95	2,32	1,94	2,55	
13,03	4,99	2,32	1,96	2,55	

Tabella 70: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
4,68	0,34	1,4	-1,52	-1,1
5,76	0,28	1,4	-1,52	-1,1
6,68	0,37	1,26	-1,5	-1,1
7,6	0,37	1,26	-1,5	-1,1
8,76	0,37	1,26	-1,52	-1,1
9,64	0,32	1,39	-1,52	-1,1
11,8	0,33	1,39	-1,52	-1,1
13,03	0,37	1,39	-1,5	-1,1

Tabella 71: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 70 a quelle attese riportate in Tabella 67

Anche durante la seconda seduta si nota che la distanza Isocentro-Cute varia risultando superiore a quella attesa e leggermente differente nei diversi frame. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile e maggiore rispetto a quanto pianificato mentre la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction in quanto presente in minor parte.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0	5,12	3,06	2,06	3,8	0,26
2	5,18	2,98	2,08	3,8	
4	5,15	3,06	2,08	3,8	
6	5,17	3	2,08	3,8	
7,12	5,13	3,06	2,07	3,8	
8	5,13	3,06	2,07	3,8	
8,84	5,14	2,98	2,08	3,8	

Tabella 72: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,5	2,13	-1,4	0,15
2	0,56	2,05	-1,38	0,15
4	0,53	2,13	-1,38	0,15
6	0,55	2,07	-1,38	0,15
7,12	0,51	2,13	-1,39	0,15
8	0,51	2,13	-1,39	0,15
8,84	0,52	2,05	-1,38	0,15

Tabella 73: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 72 a quelle attese riportate in Tabella 67

Durante la terza seduta si nota la distanza Isocentro-Cute risulta maggiore rispetto a quella pianificata con minime variazioni tra un frame e all'altro. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è leggermente variabile ma maggiore di quella attesa. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto sulle DRR. Il volume di polmonare è costante durante la seduta ma leggermente in terapia.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,64	4,98	2,52	2,33	3,93	0,18
2	4,98	2,52	2,33	3,93	
4	4,98	2,54	2,31	3,93	
6	4,93	2,49	2,33	3,93	
7	4,98	2,54	2,33	3,93	
8	4,94	2,49	2,35	3,93	
9,12	4,94	2,49	2,35	3,93	

Tabella 74: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,64	0,36	1,59	-1,13	0,28
2	0,36	1,59	-1,13	0,28
4	0,36	1,61	-1,15	0,28
6	0,31	1,56	-1,13	0,28
7	0,36	1,61	-1,13	0,28
8	0,32	1,56	-1,11	0,28
9,12	0,32	1,56	-1,11	0,28

Tabella 75: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 74 a quelle attese riportate in Tabella 67

Durante la quarta seduta si nota che la distanza Isocentro-Cute varia sia inter-fraction che intra-fraction. Essa è sempre superiore rispetto a quella attesa. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: risulta essere maggiore di quella pianificata. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone rimane costante intra-fraction ma presenta una minima differenza con quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone	G. M.
0,12	4,73	2,09	2,56	3,84	0,28
2	4,73	2,09	2,56	3,84	
4	4,74	2,6	2,52	3,84	
6	4,74	2,09	2,58	3,84	
6,36	4,73	2,6	2,56	3,84	
7,2	4,74	2,6	2,56	3,84	
8	4,75	2,6	2,56	3,84	
8,84	4,74	2,09	2,56	3,84	

Tabella 76: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,12	0,11	1,16	-0,9	0,19
2	0,11	1,16	-0,9	0,19
4	0,12	1,67	-0,94	0,19
6	0,12	1,16	-0,88	0,19
6,36	0,11	1,67	-0,9	0,19
7,2	0,12	1,67	-0,9	0,19
8	0,13	1,67	-0,9	0,19
8,84	0,12	1,16	-0,9	0,19

Tabella 77: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 76 a quelle attese riportate in Tabella 67

Infine anche durante la quinta seduta la distanza Isocentro-Cute risulta essere variabile inter-fraction e intra-fraction: si misurano parametri superiori a quelli pianificati. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile durante il trattamento ma sempre superiore a quella pianificata così come la distanza dall'asse in senso cranio-caudale

risulta essere sempre inferiore. Il volume di polmone rimane costante intra-fraction ma non inter-fraction: infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Pazienti sottoposte a trattamento in free breathing (FB)

- Paziente 1

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la prima paziente che effettua trattamento senza tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 78 e Tabella 79.

Emicampo Obl. Int	2,9
Cute DRR	3,49
Cuore DRR a 5 cm	0,43
Cuore CC DRR	4,16
Polm. DRR	2,47

Tabella 78: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	2,9
Cute DRR	3,66
Cuore DRR a 5 cm	1,41
Cuore CC DRR	1,7
Polm. DRR	2,6

Tabella 79: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,04	3,95	0	1,63	0,88	2,31
1,96	3,8	3,16	1,63	1,14	2,6
3,2	3,81	5,96	1,63	1,12	2,6
6	4,04	8,56	1,78	0,93	2,6
7,96	3,95	11,32	1,78	0,95	2,6
8,8	3,86	14,16	1,78	0,95	2,45
10	3,86				

Tabella 80: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,04	0,46	0	1,2	-3,28	-0,16
1,96	0,31	3,16	1,2	-3,02	0,13
3,2	0,32	5,96	1,2	-3,04	0,13
6	0,55	8,56	1,35	-3,23	0,13
7,96	0,46	11,32	1,35	-3,21	0,13
8,8	0,37	14,16	1,35	-3,21	-0,02
10	0,37				

Tabella 81: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 80 a quelle attese riportate in Tabella 78

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,9		1,88	1,62	1,08	2,42
2,6	3,81		4,88	1,6	1,08	2,42
4	3,83		7,52	1,62	1,08	2,42
6,32	3,81		13,12	1,64	1,06	2,42
7,36	3,86					
8,32	3,86					
9,2	3,81					
12	3,8					

Tabella 82: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,24		1,88	0,21	-0,62	-0,18
2,6	0,15		4,88	0,19	-0,62	-0,18
4	0,17		7,52	0,21	-0,62	-0,18
6,32	0,15		13,12	0,23	-0,64	-0,18
7,36	0,2					
8,32	0,2					
9,2	0,15					
12	0,14					

Tabella 83: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 82 a quelle attese riportate in Tabella 79

Durante la prima seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. La variazione intra-fraction si caratterizza per la presenza di valori superiori a quelli attesi. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: sia nel campo obliquo interno che nel campo obliquo esterno risulta essere maggiore di quella attesa. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone rimane costante sul campo obliquo esterno mentre sull' obliquo esterno presente variazioni nell' ordine di centesimo di millimetro. Durante la terapia rispetto a quanto pianificato è presente minor volume polmonare nel campo obliquo esterno mentre nel campo obliquo interno talvolta il volume polmonare supera quello atteso talvolta è minore.

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4,06		6,12	1,54	0,94	2,27
2,36	4,2		6,6	1,56	0,94	2,27
4	3,98		9,84	1,53	0,94	2,24
6	4,14					
8	4,1					
10,04	4,15					
11,96	4,05					
13,08	4,1					

Tabella 84: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,57		6,12	1,11	-3,22	-0,2
2,36	0,71		6,6	1,13	-3,22	-0,2
4	0,49		9,84	1,1	-3,22	-0,23
6	0,65					
8	0,61					
10,04	0,66					
11,96	0,56					
13,08	0,61					

Tabella 85: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 84 a quelle attese riportate in Tabella 78

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4,32		1,36	1,73	1,1	2,09
1,76	4,3		1,68	1,73	1,1	2,13
4	4,28		3,72	1,77	1,13	2,09
6,98	4,3		5	1,8	1,1	2,2
8	4,26		6,04	1,69	1,18	2,26
10,24	4,3		9	1,69	1,18	2,2
10,92	4,3		10,04	1,69	1,2	2,09
12,72	4,32		13,64	1,7	1,29	2,2

Tabella 86: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,66		1,36	0,32	-0,6	-0,51
1,76	0,64		1,68	0,32	-0,6	-0,47
4	0,62		3,72	0,36	-0,57	-0,51
6,98	0,64		5	0,39	-0,6	-0,4
8	0,6		6,04	0,28	-0,52	-0,34
10,24	0,64		9	0,28	-0,52	-0,4
10,92	0,64		10,04	0,28	-0,5	-0,51
12,72	0,66		13,64	0,29	-0,41	-0,4

Tabella 87: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 86 a quelle attese riportate in Tabella 79

Durante la seconda seduta si nota che per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è variabile durante la seduta di terapia: in ogni frame risulta essere superiore al valore atteso. La porzione di cuore compresa in entrambi i campi di trattamento è variabile durante il trattamento e sempre maggiore a quella pianificata. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi presenta una variazione intrafraction ma rimane comunque inferiore a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute
0	3,2
2	3,35
4	3,3
6	3,3
8	3,35
10	3,24
12	3,34
12,92	3,2

Tabella 88: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute
0	-0,29
2	-0,14
4	-0,19
6	-0,19
8	-0,14
10	-0,25
12	-0,15
12,92	-0,29

Tabella 89: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 88 a quelle attese riportate in Tabella 78

Durante la terza seduta a causa di numerosi delay nell'acquisizione dell'imaging cine non è possibile effettuare le misure inerenti agli organi sul campo obliquo interno. Per quanto riguarda il Campo Obliquo Esterno non è possibile riportare alcun dato. L'informazione ottenuta riguardante la distanza Isocentro-Cute evidenzia come quest'ultima sia inferiore durante il trattamento rispetto a quanto atteso.

Tempo (s)	Δ Cute
0	0,59
2	0,69
4	0,63
6	0,56
8	0,66
10	0,66
12	0,59
13	0,61

Tabella 90: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Iso-Cute
0	4,08
2	4,18
4	4,12
6	4,05
8	4,15
10	4,15
12	4,08
13	4,1

Tabella 91: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 90 a quelle attese riportate in Tabella 78

Tempo	Iso-Cute		Tempo (s) Cuore	Cuore CC	Polmone	
0	4,24		6,48	1,83	0,77	2,08
2	4,11		9,48	1,9	0,77	2,08
4	4,21		9,68	1,87	0,73	2,12
6	4,21					
7,52	4,07					
10	4,11					
12	4,15					
13,68	4,1					

Tabella 92: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,58		6,48	0,42	-0,93	-0,52
2	0,45		9,48	0,49	-0,93	-0,52
4	0,55		9,68	0,46	-0,97	-0,48
6	0,55					
7,52	0,41					
10	0,45					
12	0,49					
13,68	0,44					

Tabella 93: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 92 a quelle attese riportate in Tabella 79

Durante la quarta seduta sul Campo Obliquo interno è possibile considerare esclusivamente le misure della distanza Isocentro-Cute a causa dei delay presenti nelle immagini acquisite. Questa distanza risulta essere superiore a quella attesa e leggermente variabile nei diversi frame di misurazione. La stessa cosa di verifica per le misure effettuate sul campo obliquo esterno. Su quest'ultimo è possibile valutare anche la porzione di cuore compresa nel trattamento che risulta essere leggermente variabile e sempre maggiore a quella pianificata. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto così come il volume polmonare ma nessuno dei due dati rimane costante durante la terapia.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,4	4,24	1,9	0,37	2,52
1,72	4,24	1,9	0,37	2,52
5,56	4,22	2,9	0,4	2,52
6,12	4,24	1,8	0,4	2,52
7,52	4,26	1,8	0,37	2,52
8,56	4,26	1,82	0,37	2,52
13,24	4,2	1,9	0,4	2,55

Tabella 94: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,4	-0,97	-0,06	-3,79	0,05
1,72	-0,97	-0,06	-3,79	0,05
5,56	-0,97	-0,03	-3,76	0,05
6,12	-0,97	-0,03	-3,76	0,05
7,52	-0,97	-0,06	-3,79	0,05
8,56	-0,97	-0,06	-3,79	0,05
13,24	-0,94	-0,03	-3,76	0,08

Tabella 95: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 94 a quelle attese riportate in Tabella 78

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
1,96	4,23	1,92	0	2,28
3,94	4,23	1,92	0	2,28
6,6	4,28	1,96	0	2,3
7,88	4,36	1,96	0	2,28
9,48	4,34	1,95	0	2,28
10,76	4,34	1,92	0	2,32
11,52	4,3	1,97	0	2,32
12,04	4,36	1,96	0	2,3

Tabella 96: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
1,96	0,57	0,51	-1,7	-0,32
3,94	0,57	0,51	-1,7	-0,32
6,6	0,62	0,55	-1,7	-0,3
7,88	0,7	0,55	-1,7	-0,32
9,48	0,68	0,54	-1,7	-0,32
10,76	0,68	0,51	-1,7	-0,28
11,52	0,64	0,56	-1,7	-0,28
12,04	0,7	0,55	-1,7	-0,3

Tabella 97: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 96 a quelle attese riportate in Tabella 79

Durante la quinta seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Nel campo obliquo interno si apprezza una

minor distanza durante il trattamento mentre nel campo obliquo esterno si è verificato un aumento di quest'ultima. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: leggermente minore di quella attesa nel campo obliquo interno, maggiore nel campo obliquo esterno. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è nettamente inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi è variabile sia inter-fraction che intra-fraction. Nel campo obliquo interno è leggermente maggiore di quello pianificato mentre nell' esterno appare minore.

- Paziente 2

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la seconda paziente che effettua trattamento senza tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 98 e Tabella 99.

Emicampo Obl. Int	3
Cute DRR	3,02
Cuore DRR a 6 cm	1,45
Cuore CC DRR	4,84
Polm. DRR	3

Tabella 98: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	3
Cute DRR	3,36
Cuore DRR	1,48
Cuore CC DRR	4,86
Polm. DRR	3

Tabella 99: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,63	1,96	6,52	3,11
1,24	3,68	1,72	6,08	3,12
3,68	3,65	1,92	6,48	3,2
6	3,69	1,77	6,5	3,16
8	3,59	1,82	6,52	3
10	3,57	1,76	6,08	3,1
12	3,62	1,77	6,42	3,18
12,84	3,48	1,73	6,48	3

Tabella 100: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,61	0,51	1,68	0,11
1,24	0,66	0,27	1,24	0,12
3,68	0,63	0,47	1,64	0,2
6	0,67	0,32	1,66	0,16
8	0,57	0,37	1,68	0
10	0,55	0,31	1,24	0,1
12	0,6	0,32	1,58	0,18
12,84	0,46	0,28	1,64	0

Tabella 101: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 100 a quelle attese riportate in Tabella 98

Tempo	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,83	1,59	6,54	3
1,56	3,63	1,67	6,54	3
4	3,6	1,48	6,19	3,1
6	3,79	1,7	6,54	3
8	3,71	1,67	6,5	3,1
10	3,68	1,66	6,19	3
12	3,72	1,67	6,25	3
13,48	3,64	1,68	6,2	3

Tabella 102: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,47	0,11	1,02	0
1,56	0,27	0,19	1,34	0
4	0,24	0	0,75	0,1
6	0,43	0,22	1,32	0
8	0,35	0,19	1,21	0,1
10	0,32	0,18	1,34	0
12	0,36	0,19	0,94	0
13,48	0,28	0,2	1,34	0

Tabella 103: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 102 a quelle attese riportate in Tabella 99

Durante la prima seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è differente rispetto a quanto pianificato: le misure risultano essere superiori e variabili durante il

trattamento. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: sia nel campo obliquo interno che nel campo obliquo esterno è maggiore. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è di gran lunga inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi è leggermente maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato e variabile nei diversi frame.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,92	2,12	6,54	3,2
2	3,84	2,1	6,54	3,2
4	3,75	2,04	6,19	3,17
6	3,75	2,04	6,54	3,17
8	3,77	2,02	6,5	3,17
10	3,92	1,96	6,19	3,2
12	3,74	2,02	6,25	3
12,92	3,89	2,07	6,2	3,19

Tabella 104: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,9	0,67	1,7	0,2
2	0,82	0,65	1,7	0,2
4	0,73	0,59	1,35	0,17
6	0,73	0,59	1,7	0,17
8	0,75	0,57	1,66	0,17
10	0,9	0,51	1,35	0,2
12	0,72	0,57	1,41	0
12,92	0,87	0,62	1,36	0,19

Tabella 105: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 104 a quelle attese riportate in Tabella 98

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4,03	1,95	6,86	3,19
2	3,91	1,83	5,68	3
4	4,05	1,94	6,71	3,15
6	4,03	1,94	6,84	3
8	3,91	1,85	5,72	3
10	4,03	1,92	6,86	3,15
12	3,9	1,95	5,68	3
13,48	4,05	1,96	6,86	3

Tabella 106: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,67	0,47	2	0,19
2	0,55	0,35	0,82	0
4	0,69	0,46	1,85	0,15
6	0,67	0,46	1,98	0
8	0,55	0,37	0,86	0
10	0,67	0,44	2	0,15
12	0,54	0,47	0,82	0
13,48	0,69	0,48	2	0

Tabella 107: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 106 a quelle attese riportate in Tabella 99

Durante la seconda seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è differente rispetto a quanto pianificato: le misure risultano essere superiori e variabili durante il trattamento. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile ed in entrambi i campi maggiore di quella pianificata. La distanza dall' asse in senso cranio-caudale è di gran lunga inferiore a quanto previsto in entrambi i casi. Il volume di polmone per entrambi i campi è maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato e variabile nei diversi frame.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,52	1,77	4,97	3
2	3,74	1,97	5,42	3,22
4	3,55	1,74	5,2	3
6	3,65	1,86	5,03	3,14
8	3,69	1,86	4,97	3,14
10	3,59	1,8	5,34	3
12	3,68	1,85	4,97	3,14
12,84	3,63	1,88	5,42	3

Tabella 108: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,5	0,32	0,13	0
2	0,72	0,52	0,58	0,22
4	0,53	0,29	0,36	0
6	0,63	0,41	0,19	0,14
8	0,67	0,41	0,13	0,14
10	0,57	0,35	0,5	0
12	0,66	0,4	0,13	0,14
12,84	0,61	0,43	0,58	0

Tabella 109: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 108 a quelle attese riportate in Tabella 98

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,85	1,47	5,52	3
2	3,7	1,34	4,97	3,19
4	3,84	1,47	5,39	3
6	3,71	1,37	5,02	3,19
8	3,78	1,45	5,28	3
10	3,91	1,79	5,39	3,14
12	3,64	1,35	4,97	3,19
13,36	3,88	1,77	5,1	3,15

Tabella 110: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,49	-0,01	0,66	0
2	0,34	-0,14	0,11	0,19
4	0,48	-0,01	0,53	0
6	0,35	-0,11	0,16	0,19
8	0,42	-0,03	0,42	0
10	0,55	0,31	0,53	0,14
12	0,28	-0,13	0,11	0,19
13,36	0,52	0,29	0,24	0,15

Tabella 111: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 110 a quelle attese riportate in Tabella 99

Durante la terza seduta si nota che per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è variabile interfraction: si registrano sempre valori superiori a quelli attesi. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento non è quella attesa: nel campo obliquo interno il volume di cuore esposto è maggiore, nel campo obliquo esterno è minore. Per entrambi i campi di trattamenti la distanza dall'asse in senso cranio-caudale sono minori a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i casi è variabile intrafraction e interfraction. Viene irradiato un maggior volume polmonare durante la terapia rispetto a quanto pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,82	2,24	6,23	3,11
2	3,79	2,16	5,46	3
4	3,76	2,16	5,46	3
6	3,94	2,26	6,15	3,21
8	3,75	2,17	6,2	3
10	3,75	2,16	6,23	3
12	3,84	2,19	5,69	3,11
12,88	3,82	2,23	5,56	3

Tabella 112: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,8	0,79	1,39	0,11
2	0,77	0,71	0,62	0
4	0,74	0,71	0,62	0
6	0,92	0,81	1,31	0,21
8	0,73	0,72	1,36	0
10	0,73	0,71	1,39	0
12	0,82	0,74	0,85	0,11
12,88	0,8	0,78	0,72	0

Tabella 113: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 112 a quelle attese riportate in Tabella 98

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4	2,02	6,03	3
2	3,83	1,95	5,6	3,15
4	4,07	2,07	6,23	3,17
6	3,87	1,91	5,82	3,15
8	3,99	2,02	5,88	3
10,36	4,01	2,02	6,5	3
12	4	2,02	6,5	3
13,52	3,85	1,93	6,18	3,15

Tabella 114: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,64	0,54	1,17	0
2	0,47	0,47	0,74	0,15
4	0,71	0,59	1,37	0,17
6	0,51	0,43	0,96	0,15
8	0,63	0,54	1,02	0
10,36	0,65	0,54	1,64	0
12	0,64	0,54	1,64	0
13,52	0,49	0,45	1,32	0,15

Tabella 115: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 114 a quelle attese riportate in Tabella 99

Durante la quarta seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Si riscontra una misura sempre superiore a quella attesa. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile ma in entrambi i campi superiore a quella pianificata. Invece per la distanza dall'asse in senso cranio-caudale si verifica una forte diminuzione, costante nel trattamento. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi è leggermente maggiore rispetto a quanto misurato sulle DRR.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,88	2,05	4,9	3,11
2	3,71	2,03	5,15	3
4	3,99	2,27	5,15	3
6,16	3,67	1,9	4,49	3,21
8	3,91	2,12	4,49	3
10	3,74	2,02	4,51	3
12	3,77	2,02	4,49	3,11
12,96	3,7	2,03	5,15	3

Tabella 116: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,86	0,6	0,06	0,11
2	0,69	0,58	0,31	0
4	0,97	0,82	0,31	0
6,16	0,65	0,45	-0,35	0,21
8	0,89	0,67	-0,35	0
10	0,72	0,57	-0,33	0
12	0,75	0,57	-0,35	0,11
12,96	0,68	0,58	0,31	0

Tabella 117: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 116 a quelle attese riportate in Tabella 98

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4	1,81	5,63	3,18
2	3,79	1,62	5,74	3
4	3,93	1,8	5,51	3,15
6	3,88	1,7	5,01	3
8	3,8	1,64	4,97	3
10	3,78	1,62	4,99	3
12	3,69	1,61	4,99	3,11
13,16	4	1,93	4,99	3,19

Tabella 118: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,64	0,33	0,77	0,18
2	0,43	0,14	0,88	0
4	0,57	0,32	0,65	0,15
6	0,52	0,22	0,15	0
8	0,44	0,16	0,11	0
10	0,42	0,14	0,13	0
12	0,33	0,13	0,13	0,11
13,16	0,64	0,45	0,13	0,19

Tabella 119: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 118 a quelle attese riportate in Tabella 99

Anche durante la quinta seduta la distanza Isocentro-Cute risulta essere variabile inter-fraction e intra-fraction. Per entrambi i campi di trattamento si misurano parametri superiori a quelli pianificati. La porzione di cuore compresa in entrambi i campi di trattamento è variabile durante il trattamento e sempre maggiore di quella attesa. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è nettamente inferiore a quella registrata sulle DRR. Il volume di polmone per entrambi i campi risulta essere maggiore durante la terapia con delle variazioni tra i diversi frame.

- Paziente 3

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la prima paziente che effettua trattamento senza tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 119 e Tabella 120.

Emicampo Obl. Int	2,8
Cute DRR	3,07
Cuore DRR a 7 cm	1,03
Cuore CC DRR	2,89
Polm. DRR	2,8

Tabella 120: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	2,7
Cute DRR	3,22
Cuore DRR	0,94
Cuore CC DRR	2,9
Polm. DRR	2,7

Tabella 121: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,12	3,5	2,08	1,31	3,26
2	3,9	1,88	1,03	3,41
4	3,69	1,86	1,03	3,27
6	3,68	1,93	1,29	3,37
8	3,61	1,85	1,3	3,3
10	3,62	1,84	1,03	3,3
12	3,55	1,84	1,03	3,27
14,52	3,82	1,86	1,03	3,39

Tabella 122: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,12	0,43	1,05	-1,58	0,46
2	0,83	0,85	-1,86	0,61
4	0,62	0,83	-1,86	0,47
6	0,61	0,9	-1,6	0,57
8	0,54	0,82	-1,59	0,5
10	0,55	0,81	-1,86	0,5
12	0,48	0,81	-1,86	0,47
14,52	0,75	0,83	-1,86	0,59

Tabella 123: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 122 a quelle attese riportate in Tabella 120

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4,27	1,6	1,17	3,2
2	4,23	1,57	1,17	3,2
4	4,13	1,64	1,37	3,2
6	4,18	1,67	1,48	3,2
8	4,25	1,67	1,48	3,3
10,04	4,29	1,68	1,3	3,21
12,04	4,3	1,67	1,48	3,21
13,68	4,2	1,65	1,17	3,2

Tabella 124: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	1,05	0,66	-1,73	0,5
2	1,01	0,63	-1,73	0,5
4	0,91	0,7	-1,53	0,5
6	0,96	0,73	-1,42	0,5
8	1,03	0,73	-1,42	0,6
10,04	1,07	0,74	-1,6	0,51
12,04	1,08	0,73	-1,42	0,51
13,68	0,98	0,71	-1,73	0,5

Tabella 125: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 124 a quelle attese riportate in Tabella 121

Durante la prima seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia durante il trattamento e complessivamente risulta superiore a quella attesa. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile e maggiore rispetto a quanto pianificato. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone è variabile sia inter-fraction che intra-fraction: infatti risulta essere maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato e differente nei diversi frame analizzati.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,12	4	1,44	2,21	3,02
2	4,12	1,45	2,39	2,93
4	4	1,49	2,41	3,02
6,4	4	1,49	2,41	3,02
7,96	4,17	1,5	2,39	2,93
10	4,07	1,47	2,21	2,93
12	4	1,47	2,21	3,02
13,52	4	1,47	2,21	3

Tabella 126: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,12	0,93	0,41	-0,68	0,22
2	1,05	0,42	-0,5	0,13
4	0,93	0,46	-0,48	0,22
6,4	0,93	0,46	-0,48	0,22
7,96	1,1	0,47	-0,5	0,13
10	1	0,44	-0,68	0,13
12	0,93	0,44	-0,68	0,22
13,52	0,93	0,44	-0,68	0,2

Tabella 127: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 126 a quelle attese riportate in Tabella 120

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,52	3,53	1,45	1,92	2,92
1,76	3,8	1,51	2,06	3,11
3,44	3,72	1,53	2,06	3,03
7,52	3,68	1,53	2,06	2,9
8	3,68	1,52	1,92	2,9
10,16	3,67	1,52	1,92	2,9
12,04	3,8	1,57	2,06	3,04
14,44	3,58	1,48	1,92	2,93

Tabella 128: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,52	0,31	0,51	-0,98	0,22
1,76	0,58	0,57	-0,84	0,41
3,44	0,5	0,59	-0,84	0,33
7,52	0,46	0,59	-0,84	0,2
8	0,46	0,58	-0,98	0,2
10,16	0,45	0,58	-0,98	0,2
12,04	0,58	0,63	-0,84	0,34
14,44	0,36	0,54	-0,98	0,23

Tabella 129: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 128 a quelle attese riportate in Tabella 121

Durante la seconda seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute è differente rispetto a quanto pianificato: le misure risultano essere superiori e variabili durante il trattamento. Anche la porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: sia nel campo obliquo interno che nel campo obliquo esterno è maggiore. In entrambi i casi la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone per entrambi i campi è maggiore durante la terapia rispetto a quanto pianificato e variabile nei diversi frame.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,12	3,47	1,67	2,57	3,01
3,08	3,49	1,4	2,29	3,01
4,88	3,49	1,48	2,29	3,01
6,08	3,47	1,44	2,31	2,8
8,48	3,52	1,5	2,57	2,98
12,04	3,46	1,48	2,29	3,01
12,72	3,44	1,48	2,29	3,01
13,32	3,52	1,51	2,57	2,98

Tabella 130: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,12	0,4	0,64	-0,32	0,21
3,08	0,42	0,37	-0,6	0,21
4,88	0,42	0,45	-0,6	0,21
6,08	0,4	0,41	-0,58	0
8,48	0,45	0,47	-0,32	0,18
12,04	0,39	0,45	-0,6	0,21
12,72	0,37	0,45	-0,6	0,21
13,32	0,45	0,48	-0,32	0,18

Tabella 131: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 130 a quelle attese riportate in Tabella 120

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,6	3,85	1,42	2,53	2,95
2,12	3,89	1,4	2,49	2,99
4,04	3,87	1,44	2,49	2,96
6	3,88	1,46	2,49	2,96
8,04	3,81	1,48	2,57	2,96
9,96	3,82	1,5	2,57	2,97
12	3,9	1,5	2,57	2,98
13,4	3,86	1,49	2,49	2,96

Tabella 132: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,6	0,63	0,48	-0,37	0,25
2,12	0,67	0,46	-0,41	0,29
4,04	0,65	0,5	-0,41	0,26
6	0,66	0,52	-0,41	0,26
8,04	0,59	0,54	-0,33	0,26
9,96	0,6	0,56	-0,33	0,27
12	0,68	0,56	-0,33	0,28
13,4	0,64	0,55	-0,41	0,26

Tabella 133: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 132 a quelle attese riportate in Tabella 121

Durante la terza seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Si riscontra una misura sempre superiore a quella attesa. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è

variabile ma in entrambi i campi superiore a quella pianificata. Invece per la distanza dall'asse in senso cranio-caudale si verifica una diminuzione, costante nel trattamento. Anche in questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi è leggermente maggiore rispetto a quanto misurato sulle DRR.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,89	1,56	1,55	3,31
2,4	3,73	1,53	1,55	3,24
4,08	3,73	1,56	1,55	3,26
6,08	3,64	1,64	1,55	3,22
7,12	3,87	1,59	1,55	3,32
8,92	3,76	1,58	1,55	3,22
10,76	3,87	1,64	1,55	3,3
12,04	3,63	1,64	1,55	3,2

Tabella 134: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,82	0,53	-1,34	0,51
2,4	0,66	0,5	-1,34	0,44
4,08	0,66	0,53	-1,34	0,46
6,08	0,57	0,61	-1,34	0,42
7,12	0,8	0,56	-1,34	0,52
8,92	0,69	0,55	-1,34	0,42
10,76	0,8	0,61	-1,34	0,5
12,04	0,56	0,61	-1,34	0,4

Tabella 135: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 134 a quelle attese riportate in Tabella 120

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	4,27	1,62	1,51	3,28
2	4,25	1,62	1,51	3,28
4,04	4,2	1,64	1,58	3,26
5,92	3,97	1,69	1,58	3,27
8,08	4,09	1,67	1,58	3,22
10	4,29	1,64	1,51	3,23
11,88	4,16	1,69	1,58	3,2
13,72	4,27	1,68	1,58	3,22

Tabella 136: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	1,05	0,68	-1,39	0,58
2	1,03	0,68	-1,39	0,58
4,04	0,98	0,7	-1,32	0,56
5,92	0,75	0,75	-1,32	0,57
8,08	0,87	0,73	-1,32	0,52
10	1,07	0,7	-1,39	0,53
11,88	0,94	0,75	-1,32	0,5
13,72	1,05	0,74	-1,32	0,52

Tabella 137: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 136 a quelle attese riportate in Tabella 121

Durante la quarta seduta si nota che la distanza Isocentro-Cute varia risultando superiore a quella attesa e differente nei diversi frame. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile e maggiore rispetto a quanto pianificato mentre la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è inferiore a quanto previsto. Il volume di polmone risulta maggiore rispetto a quello atteso e leggermente differente nei diversi frame.

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,86	2,18	1,38	3,38
2,08	3,72	2,07	1,22	3,3
4	3,89	2,14	1,22	3,43
6	3,83	2,18	1,38	3,39
8,08	3,86	2,12	1,22	3,33
10	3,76	2,14	1,38	3,33
12,04	3,91	2,13	1,22	3,43
14,2	3,76	2,17	1,38	3,5

Tabella 138: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,79	1,15	-1,51	0,58
2,08	0,65	1,04	-1,67	0,5
4	0,82	1,11	-1,67	0,63
6	0,76	1,15	-1,51	0,59
8,08	0,79	1,09	-1,67	0,53
10	0,69	1,11	-1,51	0,53
12,04	0,84	1,1	-1,67	0,63
14,2	0,69	1,14	-1,51	0,7

Tabella 139: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 138 a quelle attese riportate in Tabella 120

Tempo (s)	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,12	3,97	1,43	1,2	3,51
2	3,73	1,48	1,2	3,39
4	3,74	1,4	0,94	3,44
6,08	3,83	1,35	0,96	3,39
8	3,83	1,35	0,18	3,39
10	3,85	1,34	0,94	3,37
11,96	4,3	1,43	1,2	3,44
13,56	4,17	1,44	1,2	3,42

Tabella 140: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,12	0,75	0,49	-1,7	0,81
2	0,51	0,54	-1,7	0,69
4	0,52	0,46	-1,96	0,74
6,08	0,61	0,41	-1,94	0,69
8	0,61	0,41	-2,72	0,69
10	0,63	0,4	-1,96	0,67
11,96	1,08	0,49	-1,7	0,74
13,56	0,95	0,5	-1,7	0,72

Tabella 141: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 140 a quelle attese riportate in Tabella 121

- Paziente 4

Le misure attese rispettivamente sul Campo Obliquo Interno ed Esterno di trattamento per la prima paziente che effettua trattamento senza tecnica breath hold sono riportate nella Tabella 142 e Tabella 143

Emicampo Obl. Int	2,4
Cute DRR	3,16
Cuore DRR a 6 cm	0
Cuore CC DRR	0
Polm. DRR	2,4

Tabella 142: Misure attese sul Campo Obliquo Interno

Emicampo Obl. Est	2,4
Cute DRR	3,11
Cuore DRR a 6 cm	0,72
Cuore CC DRR	3,81
Polm. DRR	2,4

Tabella 143: Misure attese sul Campo Obliquo Esterno

Tempo (s)	Iso-Cute	Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	2,29	1,2	0	-	2,18
2	2,29	4,2	0	-	2,13
4	2,29	5,39	0	-	2,4
6,8	2,29	6,28	0	-	2,25
11,6	2,31	7,36	0	-	2,17
12,96	2,31	8,08	0	-	2,17
13,08	2,22	9,59	0	-	2,4
		12	0	-	2,4

Tabella 144: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute	Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	-0,06	1,2	0	-	-0,22
2	0,04	4,2	0	-	-0,27
4	-0,07	5,39	0	-	0
6,8	-0,07	6,28	0	-	-0,15
11,6	-0,06	7,36	0	-	-0,23
12,96	-0,06	8,08	0	-	-0,23
13,08	0,04	9,59	0	-	0
		12	0	-	0

Tabella 145: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 144 a quelle attese riportate in Tabella 142

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,08	3,07		1,56	0,63	3,94	2,4
2,28	3,21		2,36	0,79	3,94	2,4
4	3,07		6,48	0,79	3,8	2,4
6	3,07		6,64	0,79	3,78	2,4
7,84	3,22		7,28	0,79	3,84	2,4
10	3,05		8,68	0,79	3,88	2,4
11,88	3,05		11,76	0,79	3,64	2,4
13,24	3,3		13,32	0,72	3,94	2,4

Tabella 147: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 1

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,08	-0,04		1,56	-0,09	0,13	0
2,28	0,1		2,36	0,07	0,13	0
4	-0,04		6,48	0,07	-0,01	0
6	-0,04		6,64	0,07	-0,03	0
7,84	0,11		7,28	0,07	0,03	0
10	-0,06		8,68	0,07	0,07	0
11,88	-0,06		11,76	0,07	-0,17	0
13,24	0,19		13,32	0	0,13	0

Tabella 148: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 147 a quelle attese riportate in Tabella 143

Durante la prima seduta per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute riporta variazione intra-fraction e inter-fraction: risulta essere minore rispetto a quanto pianificato nel campo obliquo interno, al contrario è leggermente superiore nel campo obliquo esterno. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è valutabile esclusivamente sul campo obliquo esterno in quanto nell'interno il cuore è posto fuori dal campo di trattamento. Per il campo obliquo esterno la porzione di cuore compresa risulta essere leggermente superiore a quella attesa. Allo stesso modo la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è valutabile sul campo obliquo esterno in cui risulta variabile sia in eccesso che in difetto rispetto al valore aspettato. In questa seduta il volume di polmone per il campo obliquo interno varia leggermente a seconda dei frame ma si mantiene sempre inferiore a quello pianificato. Nel campo obliquo esterno

il volume polmonare rimane costante durante tutto il trattamento e invariato rispetto a quello atteso.

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,2		0,12	0	-	2,12
2,04	3,1		2,88	0	-	2,18
5,56	3,09		4,16	0	-	2,4
6,04	3,09		6	0	-	2,08
11	3,1		8,04	0	-	2,16
12	3,05		11,08	0	-	2,08
13,01	3,2		12,84	0	-	2,16
12,88	3,01		13,16	0	-	2,16

Tabella 149: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,04		0,12	0	-	-0,28
2,04	-0,06		2,88	0	-	-0,22
5,56	-0,07		4,16	0	-	0
6,04	-0,07		6	0	-	-0,32
11	-0,06		8,04	0	-	-0,24
12	-0,11		11,08	0	-	-0,32
13,01	0,04		12,84	0	-	-0,24
12,88	-0,15		13,16	0	-	-0,24

Tabella 150: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 149 a quelle attese riportate in Tabella 142

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
1,04	3,22		0	0,92	3,34	2,4
1,4	3,12		2,16	1,08	3,34	2,21
3	3,1		4	1,08	3,34	2,21
3,88	3,22		4,64	0,94	3,34	2,4
6,12	3,13		5,88	1	3,34	2,2
8	3,1		9,52	1	3,34	2,2
9	3,1		10,68	1,02	3,34	2,4
11,68	3,18		11,6	1	3,34	2,2

Tabella 151: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 2

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
1,04	0,11		0	0,2	-0,47	0
1,4	0,01		2,16	0,36	-0,47	-0,19
3	-0,01		4	0,36	-0,47	-0,19
3,88	0,11		4,64	0,22	-0,47	0
6,12	0,02		5,88	0,28	-0,47	-0,2
8	-0,01		9,52	0,28	-0,47	-0,2
9	-0,01		10,68	0,3	-0,47	0
11,68	0,07		11,6	0,28	-0,47	-0,2

Tabella 152: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 150 a quelle attese riportate in Tabella 143

Durante la seconda seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Anche all' interno dello stesso campo si riscontrano misure sia inferiori che superiori, seppur nell'ordine di centesimi di millimetro, a quella attesa. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: nel campo obliquo interno il cuore non è presente, nell'obliquo esterno il volume è leggermente superiore a quello pianificato. In questo campo per la distanza dall'asse in senso cranio-caudale si verifica una forte diminuzione, costante nel trattamento. Il volume polmonare in entrambi i campi di trattamento è leggermente inferiore rispetto a quanto misurato sulle DRR.

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,1		0,94	0	-	2,4
1,36	3,05		1,68	0	-	2,19
2,64	3,08		2,96	0	-	2,17
0	3,01		1,68	0	-	2,09
1,72	3,05		2,68	0	-	2,4
3,44	3,13		3,84	0	-	2,12
8,48	3,03		6,08	0	-	2,12
7,96	3,17		6,84	0	-	2,4

Tabella 153: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	-0,06		0,94	0	-	0
1,36	-0,11		1,68	0	-	-0,21
2,64	-0,08		2,96	0	-	-0,23
0	-0,15		1,68	0	-	-0,31
1,72	-0,11		2,68	0	-	0
3,44	-0,03		3,84	0	-	-0,28
8,48	-0,13		6,08	0	-	-0,28
7,96	0,01		6,84	0	-	0

Tabella 154: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 153 a quelle attese riportate in Tabella 142

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0,28	3,19		5,12	0,71	3,43	2,4
3,52	3,07		5,56	0,71	3,43	2,09
4,28	3,15		9,56	0,71	3,43	2,09
5,88	3,2		10	0,73	3,46	2,3
6,56	3,07		10,48	0,73	3,43	2,4
8,12	3,03					
10,6	3,13					
12,17	3,08					

Tabella 155: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 3

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0,28	0,08		5,12	-0,01	-0,38	0
3,52	-0,04		5,56	-0,01	-0,38	-0,31
4,28	0,04		9,56	-0,01	-0,38	-0,31
5,88	0,09		10	0,01	-0,35	-0,1
6,56	-0,04		10,48	0,01	-0,38	0
8,12	-0,08					
10,6	0,02					
12,17	-0,03					

Tabella 156: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 155 a quelle attese riportate in Tabella 143

Durante la terza seduta per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute riporta variazione intra-fraction e inter-fraction: risulta essere talvolta minore, talvolta maggiore rispetto a quanto pianificato anche all' interno dello stesso campo. Non è presente alcuna porzione di cuore nel campo obliquo interno mentre nell'esterno si nota una variazione

pari a un decimo di millimetro. La distanza dall'asse in senso cranio-caudale è valutabile sul campo obliquo esterno, risulta minore di quella attesa. In questa seduta il volume di polmone per entrambi i campi è pari o inferiore a quello pianificato.

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
1,4	3,12		0,28	0	-	2,4
2,16	3,07		1,32	0	-	2,28
6,24	3,07		4,6	0	-	2,4
8	3,1		6,48	0	-	2,3
8,36	3,12		8,12	0	-	2,4
10,56	3,1		9,6	0	-	2,4
11,88	3,12		12,72	0	-	2,4

Tabella 157: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
1,4	-0,04		0,28	0	-	0
2,16	-0,09		1,32	0	-	-0,12
6,24	-0,09		4,6	0	-	0
8	-0,06		6,48	0	-	-0,1
8,36	-0,04		8,12	0	-	0
10,56	-0,06		9,6	0	-	0
11,88	-0,04		12,72	0	-	0

Tabella 158: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 157 a quelle attese riportate in Tabella 142

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,1		0,16	0,81	3,03	2,2
2,44	3,11		2,56	0,89	3,03	2,13
3,68	3,16		3,24	0,83	3,49	2,4
5,32	3,03		6,84	0,82	3,38	2,4
8,4	3,11		10,84	0,87	3,38	2,2
10,08	3,03		10,96	0,9	3,43	2,25
10,12	3,06		11,68	0,88	3,4	2,4
12,08	3,19		12,28	0,82	3,11	2,2

Tabella 159: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 4

Tempo (s)	Δ Cute		Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	-0,01		0,16	0,09	-0,78	-0,2
2,44	0		2,56	0,17	-0,78	-0,27
3,68	0,05		3,24	0,11	-0,32	0
5,32	-0,08		6,84	0,1	-0,43	0
8,4	0		10,84	0,15	-0,43	-0,2
10,08	-0,08		10,96	0,18	-0,38	-0,15
10,12	-0,05		11,68	0,16	-0,41	0
12,08	0,08		12,28	0,1	-0,7	-0,2

Tabella 160: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 159 a quelle attese riportate in Tabella 143

Durante la quarta seduta si nota come per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute varia sia durante il trattamento sia rispetto a quanto pianificato. Nel campo obliquo interno si verifica una diminuzione del parametro atteso mentre nel campo obliquo esterno si ha una variazione di valori inferiori e superiori nell'ordine di centesimi di millimetro. La porzione di cuore compresa nel campo di trattamento è variabile: nel campo obliquo interno il cuore non è presente mentre nell'obliquo esterno il volume è leggermente superiore a quello pianificato. In questo campo per la distanza dall'asse in senso cranio-caudale si riscontrano valori inferiori agli attesi. Il volume polmonare in entrambi i campi di trattamento è leggermente inferiore o uguale rispetto a quanto misurato sulle DRR.

Tempo (s)	Iso-Cute		Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	2,9		0,18	0	2,22	2,4
1,2	2,93		0	0	2,4	2,4
4,28	3,35		0	0	2,4	2,4
6,56	3,06		0,2	0	2,2	2,4
7,72	3,3		0,2	0	2,2	2,4
11,56	3,06		0,18	0	2,22	2,4
12,28	3,26		0	0	2,4	2,4
12,8	3,46		0	0	2,4	2,4

Tabella 161: Misure su Campo Obliquo Interno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	-0,26	0,18	0	-	0
1,2	-0,23	0	0	-	0
4,28	0,19	0	0	-	0
6,56	-0,1	0,2	0	-	0
7,72	0,14	0,2	0	-	0
11,56	-0,1	0,18	0	-	0
12,28	0,1	0	0	-	0
12,8	0,3	0	0	-	0

Tabella 162: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Interno sottraendo le misure della Tabella 161 a quelle attese riportate in Tabella 142

Tempo (s)	Iso-Cute	Tempo (s)	Cuore	Cuore CC	Polmone
0	3,29	1,72	0,8	3,36	2,15
3,6	3,31	2,04	0,82	3,34	2,4
4,08	3,33	3,44	0,82	3,34	2,4
6,48	3,3	5,64	0,64	3,34	2,4
7,92	3,27	6,16	0,82	3,2	2,2
11,04	3,38	7,28	0,8	3,23	2,2
11,68	3,32	10,2	0,8	3,23	2,4

Tabella 163: Misure su Campo Obliquo Esterno, Seduta n. 5

Tempo (s)	Δ Cute	Tempo (s)	Δ Cuore	Δ CC	Δ Polm.
0	0,18	1,72	0,08	-0,45	-0,25
3,6	0,2	2,04	0,1	-0,47	0
4,08	0,22	3,44	0,1	-0,47	0
6,48	0,19	5,64	-0,08	-0,47	0
7,92	0,16	6,16	0,1	-0,61	-0,2
11,04	0,27	7,28	0,08	-0,58	-0,2
11,68	0,21	10,2	0,08	-0,58	0
12,84	0,17	13,16	0,13	-0,78	-0,17

Tabella 164: Misure Calcolate sul Campo Obliquo Esterno sottraendo le misure della Tabella 163 a quelle attese riportate in Tabella 143

Durante la quinta seduta per entrambi i campi di trattamento la distanza Isocentro-Cute riporta variazione intra-fraction e inter-fraction: all'interno dello stesso campo si riscontrano misure sia inferiori che superiori, seppur nell'ordine di decimi di millimetro, a quella attesa. La porzione di cuore

compresa nel campo di trattamento è valutabile esclusivamente sul campo obliquo esterno in quanto nell' interno il cuore è posto fuori dal campo di trattamento. Per il campo obliquo esterno la porzione di cuore compresa risulta essere leggermente superiore a quella attesa. Allo stesso modo la distanza dall'asse in senso cranio-caudale è valutabile sul campo obliquo esterno in cui risulta nettamente inferiore. In questa seduta il volume di polmone nel campo obliquo interno rimane costante durante tutto il trattamento e invariato rispetto a quello atteso. Il volume polmonare per il campo obliquo esterno varia leggermente a seconda dei frame ma si mantiene sempre inferiore a quello pianificato.

I dati sono successivamente elaborati per valutare quantitativamente il movimento intra-fraction residuo: per ogni irraggiamento è stato calcolato il massimo movimento degli organi $Diff_{max-min}$ inteso come differenza tra il valore di massima e minima escursione. Per ogni paziente si ricava per ogni campo una media di tale variazione utilizzando i 5 valori di $Diff_{max-min}$ associati alle 5 sedute. Successivamente viene fatta una media complessiva tra il valore medio inerente al campo obliquo interno e a quello esterno.

Il risultato ottenuto viene utilizzato come indice di stabilità della mammella, del cuore sia antero-posteriore che in cranio-caudale e per il polmone. A tale indice viene associata un'incertezza ricavata dalle deviazioni standard delle medie.

Obl. Int.	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,49	0,29	0,01	0,05
Seduta 2	0,13	0,1	0,02	0
Seduta 3	0,14	0	0,03	0
Seduta 4	0,3	0,05	0,02	0
Seduta 5	0,27	0,22	0,02	0
Media	0,266	0,132	0,02	0,01
Dev.st.	0,14639	0,120291	0,007071	0,022361
Obl. Est.	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,16	0,11	0,02	0
Seduta 2	0,08	0,06	0	0
Seduta 3	0,17	0,1	0,03	0
Seduta 4	0,09	0,02	0	0
Seduta 5	0,02	0,08	0,02	0
Media	0,104	0,074	0,014	0
Dev.st.	0,061887	0,035777	0,013416	0
Media tra 2 campi	0,185	0,103	0,017	0,005
Dev.st.	0,079467	0,06275	0,007583	0,01118

Tabella n 165 : Diff_{max-min} Pz 1 trattamento in BH

Obl. Int. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,07	0,01	0,03	0
Seduta 2	0,01	0,02	0,02	0
Seduta 3	0,03	0,03	0,12	0
Seduta 4	0,09	0,24	0,09	0
Seduta 5	0,05	0,04	0,03	0
Media	0,05	0,068	0,058	0
Dev.st.	0,031623	0,096799	0,044385	0
Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,09	0,21	0,03	0
Seduta 2	0,02	0,05	0,02	0
Seduta 3	0,02	0,02	0,03	0
Seduta 4	0,03	0,02	0,01	0
Seduta 5	0,01	0,02	0,03	0
Media	0,034	0,064	0,024	0
Dev.st.	0,032094	0,082644	0,008944	0
Media tra 2 campi	0,042	0,066	0,041	0
Dev.st.	0,022528	0,06364	0,022638	0

Tabella n 166 : Diff_{max-min} Pz 2 trattamento in BH

Obl. Int. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,23	0,08	0,03	0
Seduta 2	0,23	1,16	0,04	0
Seduta 3	0,18	0,21	0,04	0
Seduta 4	0,36	0,22	0,03	0
Seduta 5	0,16	0,29	0,14	0,07
Media	0,232	0,392	0,056	0,014
Dev.st.	0,07791	0,43597	0,047223	0,031305
Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	-	0,07	0,03	0
Seduta 2	-	0,3	0,12	0
Seduta 3	-	0,04	0	0
Seduta 4	-	0,25	0,03	0
Seduta 5	-	0,1	0,05	0
Media	-	0,152	0,046	0
Dev.st.	-	0,115629	0,045056	0
Media tra 2 campi	-	0,272	0,051	0,007
Dev.st.	-	0,225522	0,032634	0,015652

Tabella n 167 : Diff_{max-min} Pz 3 trattamento in BH

Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,11	0,24	0,03	0
Seduta 2	0,09	0,14	0,02	0
Seduta 3	0,02	0,1	0,01	0
Seduta 4	0,05	0,05	0,04	0
Seduta 5	0,02	0,51	0,06	0
Media	0,058	0,208	0,032	0
Dev. St.	0,07791	0,07791	0,07791	0,07791

Tabella n 168 : Diff_{max-min} Pz 4 trattamento in BH

Obl. Int. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,24	0,15	0,26	0,29
Seduta 2	0,22	0,03	0	0,03
Seduta 3	0,15	-	-	-
Seduta 4	0,13	-	-	-
Seduta 5	0,06	1,1	0,03	0,03
Media	0,16	0,426667	0,096667	0,116667
Dev.st.	0,072457	0,586202	0,142244	0,150111
Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,1	0,04	0,02	0
Seduta 2	0,06	0,11	0,19	0,17
Seduta 3	-	-	-	-
Seduta 4	0,17	0,07	0,04	0,04
Seduta 5	0,13	0,05	0	0,04
Media	0,115	0,0675	0,0625	0,0625
Dev.st.	0,046547	0,030957	0,086554	0,074106
Media tra 2 campi	0,1375	0,247083	0,079583	0,089583
Dev.st.	0,04306	0,29351	0,083254	0,083703

Tabella n.169 : Diff_{max-min} Pz 1 trattamento in FB

Obl. Int. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,21	0,24	0,44	0,2
Seduta 2	0,18	0,22	0,35	0,2
Seduta 3	0,22	0,23	0,45	0,22
Seduta 4	0,19	0,1	0,77	0,21
Seduta 5	0,32	0,37	0,66	0,21
Media	0,224	0,232	0,534	0,208
Dev.st.	0,055946	0,09576	0,174155	0,008367
Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,23	0,22	0,35	0,1
Seduta 2	0,15	0,13	1,18	0,19
Seduta 3	0,27	0,45	0,55	0,19
Seduta 4	0,24	0,16	0,9	0,17
Seduta 5	0,31	0,32	0,77	0,19
Media	0,24	0,256	0,75	0,168
Dev.st.				
Media tra 2 campi	0,232	0,244	0,642	0,188
Dev.st.	0,027973	0,04788	0,087078	0,004183

Tabella n. 170 : Diff_{max-min} Pz 2 trattamento in FB

Obl. Int. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,4	0,24	0,28	0,15
Seduta 2	0,17	0,06	0,2	0,09
Seduta 3	0,08	0,27	0,28	0,21
Seduta 4	0,26	0,11	0	0,12
Seduta 5	0,19	0,11	0,16	0,2
Media	0,22	0,158	0,184	0,154
Dev.st.	0,119373	0,091488	0,115239	0,051284
Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,17	0,11	0,31	0,1
Seduta 2	0,27	0,12	0,14	0,21
Seduta 3	0,09	0,1	0,08	0,04
Seduta 4	0,32	0,07	0,07	0,08
Seduta 5	0,57	0,14	1,02	0,14
Media	0,284	0,108	0,324	0,114
Dev.st.	0,182975	0,025884	0,400787	0,064653
Media tra 2 campi	0,252	0,133	0,254	0,134
Dev.st.	0,109236	0,047539	0,208513	0,041261

Tabella n. 171 : Diffmax-min Pz 3 trattamento in FB

Obl. Int. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,11	0	-	0,27
Seduta 2	0,19	0	-	0,32
Seduta 3	0,16	0	-	0,31
Seduta 4	0,05	0	-	0,12
Seduta 5	0,56	0	0,2	0
Media	0,214	0	0,2	0,204
Dev.st.	0,200574	0	#DIV/0!	0,139392
Obl. Est. Max-Min	Iso-Cute	Cuore	Cuore CC	Polmone
Seduta 1	0,25	0,16	0,3	0
Seduta 2	0,12	0,16	0	0,2
Seduta 3	0,17	0,02	0,03	0,31
Seduta 4	0,16	0,09	0,46	0,27
Seduta 5	0,11	0,21	0,33	0,25
Media	0,162	0,128	0,224	0,206
Dev.st.	0,055408	0,073959	0,200325	0,121778
Media tra 2 campi	0,188	0,064	0,212	0,205
Dev.st.	0,07791	0,07791	0,07791	0,07791

Tabella n. 172 : Diffmax-min Pz 4 trattamento in FB

Complessivamente si può affermare che nella pazienti in trattamento BH il movimento intra-fraction è pari a

- $0,13 \pm 0,09$ cm per la distanza Isocentro-Cute
- $0,16 \pm 0,09$ cm per il cuore
- $0,04 \pm 0,01$ cm per la distanza Asse-Cuore in senso CC
- $0 \pm 0,08$ cm per il volume polmonare

Nelle pazienti sottoposte a trattamento in tecnica FB invece è pari a:

- $0,20 \pm 0,03$ cm per la distanza Isocentro-cute
- $0,17 \pm 0,11$ cm per il cuore
- $0,30 \pm 0,06$ cm per la distanza Asse-Cuore in senso CC
- $0,15 \pm 0,3$ cm per il volume polmonare

Questa analisi evidenzia come l'escursione tra valore minimo e massimo, e quindi la variabilità del posizionamento degli organi risulta maggiore nelle pazienti trattate in FB.

Nelle pazienti che sono trattate in tecnica breath hold si è confrontato il parametro G.M con quello $\text{Diff}_{\text{max-min}}$. Il rapporto tra questi due parametri permette di valutare se l'escursione effettiva del marker block registrata durante il trattamento sia corrispondente all'escursione degli organi misurata per la singola frazione. Questo confronto avviene facendo un rapporto R tra $\text{Diff}_{\text{max-min}}$ e G.M.

Per ognuna delle quattro paziente si ricava, per ogni campo, una media di tale rapporto inerente ai distretti della cute, del cuore e del polmone. Successivamente viene fatta una media complessiva tra il valore medio calcolato sul campo obliquo interno e a quello esterno.

Obl. Int.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,25	1,96	1,16	0,04	0,2
Seduta 2	0,21	0,619048	0,47619	0,095238	0
Seduta 3	0,2	0,7	0	0,15	0
Seduta 4	0,09	3,333333	0,555556	0,222222	0
Seduta 5	0,25	1,08	0,88	0,08	0
Media		1,538476	0,614349	0,117492	0,04
Dev.st.		1,135538	0,438256	0,070589	0,089443
Obl. Est.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,17	0,941176	0,44	0,08	0
Seduta 2	0,13	0,615385	0,285714	0	0
Seduta 3	0,21	0,809524	0,5	0,15	0
Seduta 4	0,09	1	0,222222	0	0
Seduta 5	0,11	0,181818	0,32	0,08	0
Media		0,709581	0,353587	0,062	0
Dev.st.		0,329915	0,113903	0,063403	0
Media tra 2 campi		1,124028	0,185	0,185	0,185
Dev.st.		0,591247	0,226408	0,047441	0,044721

Tabella n. 173 : Rapporto R Pz 1 con trattamento in BH

Obl. Int.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,19	0,368421	0,052632	0,157895	0
Seduta 2	0,15	0,066667	0,133333	0,133333	0
Seduta 3	0,28	0,107143	0,107143	0,428571	0
Seduta 4	0,41	0,219512	0,585366	0,219512	0
Seduta 5	0,22	0,227273	0,181818	0,136364	0
Media		0,197803	0,212058	0,215135	0
Dev.st.		0,11818	0,213831	0,124245	0
Obl. Est.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,18	0,5	1,166667	0,166667	0
Seduta 2	0,12	0,166667	0,416667	0,166667	0
Seduta 3	0,21	0,095238	0,095238	0,142857	0
Seduta 4	0,21	0,142857	0,095238	0,047619	0
Seduta 5	0,3	0,033333	0,066667	0,1	0
Media		0,187619	0,368095	0,124762	0
Dev.st.		0,181909	0,468998	0,050999	0
					0
Media tra 2 campi		0,192711	0,290077	0,169948	0
Dev.st.		0,108463	0,257722	0,067152	0

Tabella n. 174 : Rapporto R Pz 2 con trattamento in BH

Obl. Int.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,15	1,533333	0,533333	0,2	0
Seduta 2	0,16	1,4375	7,25	0,25	0
Seduta 3	0,18	1	1,166667	0,222222	0
Seduta 4	0,27	1,333333	0,814815	0,111111	0
Seduta 5	0,28	0,571429	1,035714	0,5	0,25
		1,175119	2,160106	0,256667	0,05
		0,031305	0,031305	0,031305	0,031305
Obl. Est.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,12	-	0,583333	0,25	0
Seduta 2	0,08	-	3,75	1,5	0
Seduta 3	0,23	-	0,173913	0	0
Seduta 4	0,16	-	1,5625	0,1875	0
Seduta 5	0,27	-	0,37037	0,185185	0
		-	1,288023	0,424537	0
		-	0	0	0
Media tra 2 campi		-	1,724065	0,340602	0,025
Dev.st.		-	0,015652	0,015652	0,015652

Tabella n. 175 : Rapporto R Pz 2 con trattamento in BH

Obl. Est.	G. M.	R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Seduta 1	0,24	0,458333	1	0,125	0
Seduta 2	0,26	0,346154	0,538462	0,076923	0
Seduta 3	0,26	0,076923	0,384615	0,038462	0
Seduta 4	0,18	0,277778	0,277778	0,222222	0
Seduta 5	0,28	0,071429	1,821429	0,214286	0
Media		0,246123	0,804457	0,135379	0
Dev.st.		0,07791	0,07791	0,07791	0,07791

Tabella n. 176 : Rapporto R Pz 4 con trattamento in BH

Le tabelle sopra riportate vengono riassunte in quella sottostante.

		R Cute	R Cuore	R Cuore C	R Polm.
Media Complessiva		0,684495	0,7509	0,207732	0,0525
Dev.st.		0,537873	0,702974	0,090983	0,089116

Tabella n. 177 : Rapporto Media R Pz con trattamento in BH

La tabella n. 177 è rappresentativa dell'andamento del rapporto R nelle pazienti che eseguono trattamento in BH. Per ogni organo questo rapporto risulta essere inferiore ad 1.

Considerando che tale parametro per la cute e per la porzione di cuore in AP è tendente a 1 si può affermare che l'escursione del marker block è molto simile a quella effettiva di questi due organi. Ciò significa che il surrogato esterno è un buon indice del movimento.

Per quanto concerne invece la distanza Asse-Cuore in CC e soprattutto il volume polmonare il rapporto R è inferiore a 1. Ne deriva che il surrogato esterno compie un movimento maggiore rispetto a questi organi durante il trattamento. Il suo utilizzo quindi risulta cautelativo.

Capitolo 3, RISULTATI

Lo scopo del lavoro presentato in questa tesi è di monitorare il set up della mammella nei trattamenti effettuati con e senza breath hold. Questa valutazione è condotta presso l'unità di radioterapia dell' Azienda Ospedaliero-Universitaria "Ospedali Riuniti" di Ancona dove è in uso l'Acceleratore Lineare Truebeam della Varian Medical System.

Le otto pazienti prese in esame si sottopongono ad un trattamento radioterapico standard 3D CRT sulla mammella sinistra. Quattro di queste pazienti hanno eseguito il trattamento in tecnica breath hold, le altre quattro a respiro libero. Si osserva il campione di persone selezionate per cinque sedute di trattamento consecutive durante le quali vengono acquisite delle immagini sequenziali (cine).

In fase retrospettiva, sulle immagini acquisite, sono misurati e calcolati diversi parametri. Questi ultimi vengono confrontati attraverso la realizzazione di grafici. La variazione presente tra le misure attese e quelle misurate viene raffigurata in grafici a linee. Vengono utilizzati per ogni organo (cute, cuore e polmone) quattro grafici: un grafico per le misure inerenti al campo obliquo interno ed uno per quello esterno, differenziando i grafici delle pazienti che hanno eseguito trattamento con tecnica breath hold e quelle senza.

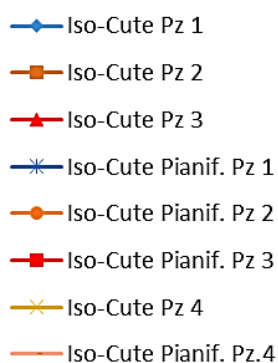


Figura : Legenda inerente ai grafici n. 1, 2, 3, 4

Distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obl. Int. in tecnica BH

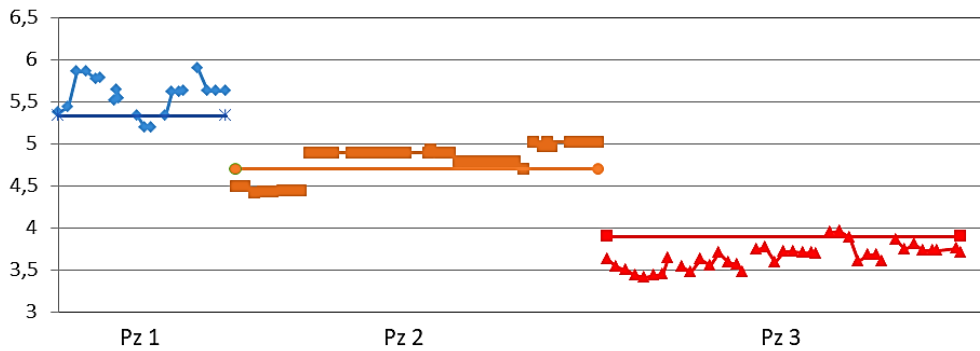


Grafico n 1: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obliquo interno in tecnica BH

Distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obl. Est. con tecnica BH

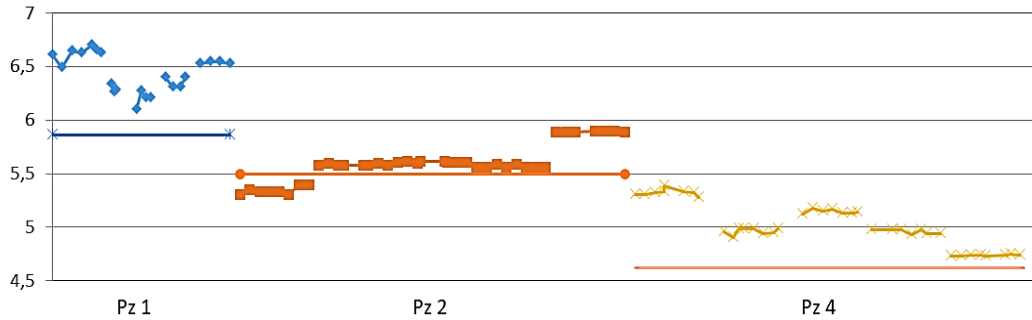


Grafico n 2: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obliquo Esterno in tecnica BH

Distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obl. Int senza tecnica BH

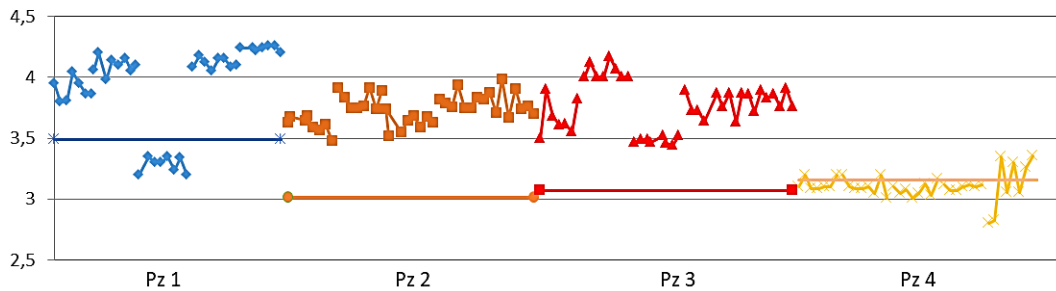


Grafico n 3: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obliquo Interno in tecnica FH

Distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obl. Est. senza tecnica BH

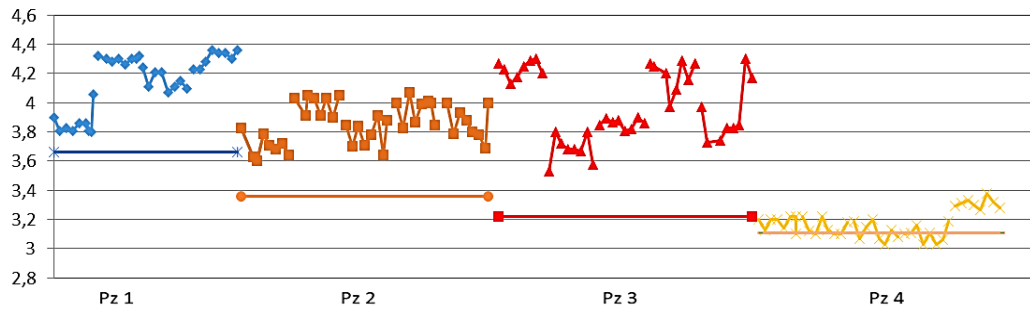


Grafico n 4: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Isocentro-Cute nel campo di trattamento Obliquo Esterno in tecnica FH

Dalle rappresentazioni grafiche sopra riportate emerge che il movimento inter-frazione della superficie della cute è, come atteso, maggiore nelle pazienti sottoposte a trattamento radiante in free brathing. In entrambe le tipologie di trattamento è presente una differenza tra i valori misurati durante le frazione rispetto a quelli pianificati raffigurati nel grafico dalla base line. Questa differenza risulta maggiormente marcata in alcune pazienti sottoposte a trattamento BH. Il motivo di quanto appena affermato risiede nel fatto che in questi trattamenti si ha un inspiro forzato, non naturale, che permette però ma mantenere costante la distanza presa in esame durante le singole frazioni.

- ◆— Cuore Pz 1
- Cuore Pz 2
- ▲— Cuore Pz 3
- *— Cuore Pianif. Pz 1
- Cuore Pianif. Pz 2
- Cuore Pianif. Pz 3
- ×— Cuore Pz 4
- Cuore Pianif. Pz 4

Figura : Legenda inerente ai grafici n. 5, 6, 7, 8.

Porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obl. Int. in tecnica BH

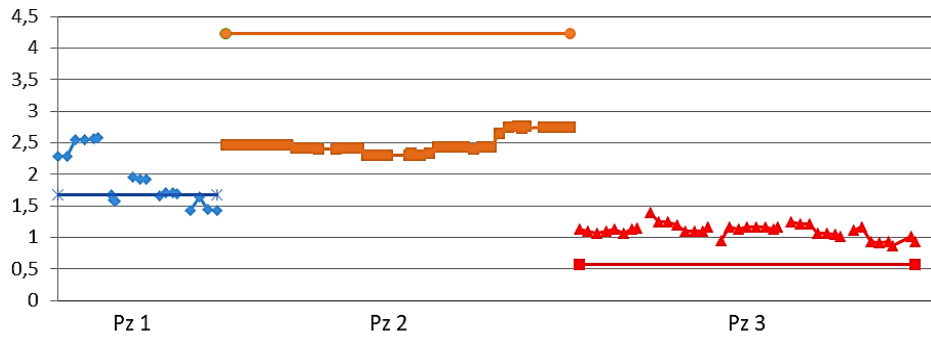


Grafico n 5: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obliquo interno in tecnica BH

Porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obl. Est. con tecnica BH

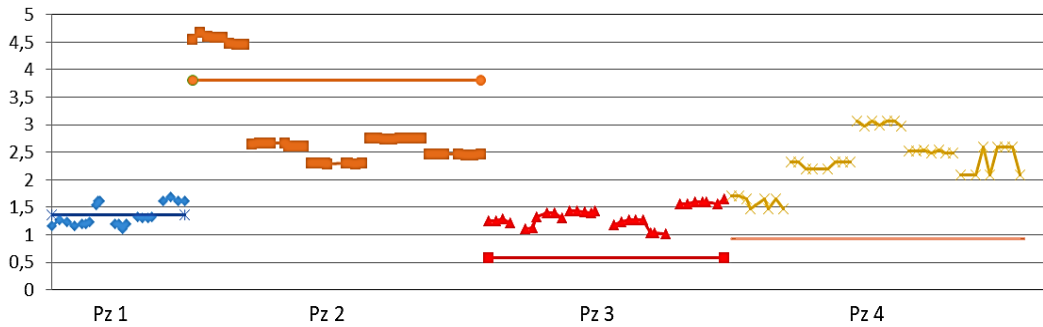


Grafico n 6: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obliquo esterno in tecnica BH

Porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obl. Int senza tecnica BH

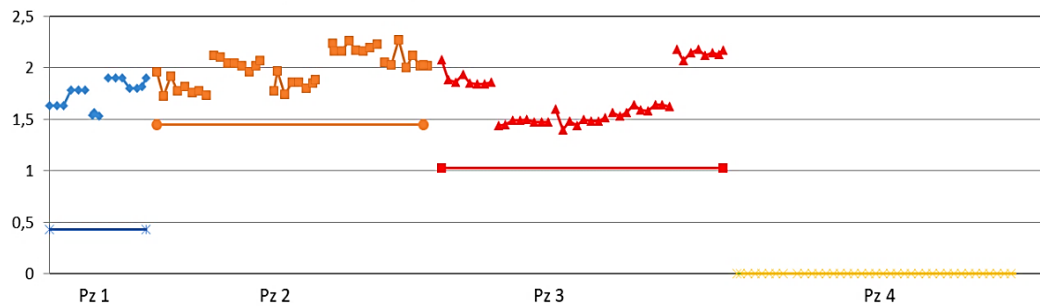


Grafico n 7: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obliquo interno senza tecnica BH

Porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obl. Est senza tecnica BH

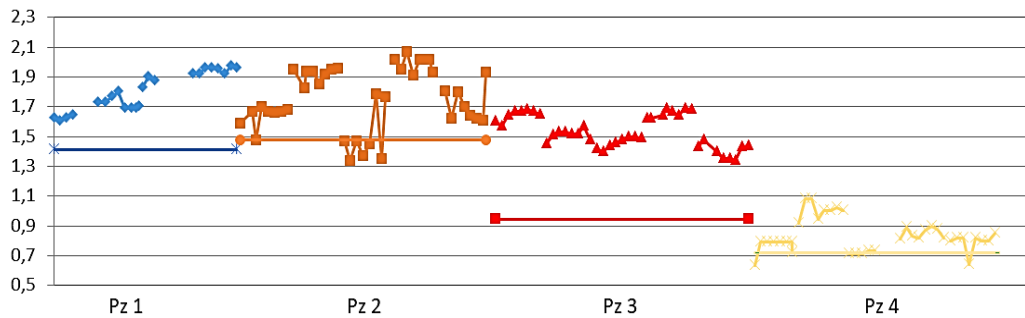


Grafico n 8: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di cuore compresa nel campo di trattamento Obliquo esterno senza tecnica BH

I grafici riguardanti la porzione di cuore compresa all' interno del campo di trattamento evidenziano come le variazioni intrafraction siano molto più accentuate nelle pazienti che eseguono terapia in free breathing. Infatti, nonostante nei trattamenti FB i valori si avvicinano maggiormente a quanto pianificato la loro oscillazione durante la stessa seduta risulta notevole.

- ◆ Cuore CC Pz 1
- Cuore CC Pz 2
- ▲ Cuore CC Pz 3
- × Cuore CC Pz 4
- ✱ Cuore CC Pianif. Pz 1
- Cuore CC Pianif. Pz 2
- Cuore CC Pianif. Pz 3
- Cuore CC Pianif. Pz 4

Figura : Legenda inerente ai grafici n. 9, 10, 11, 12.

Distanza Asse-Cuore CC nel campo di trattamento Obl. Int. in tecnica BH

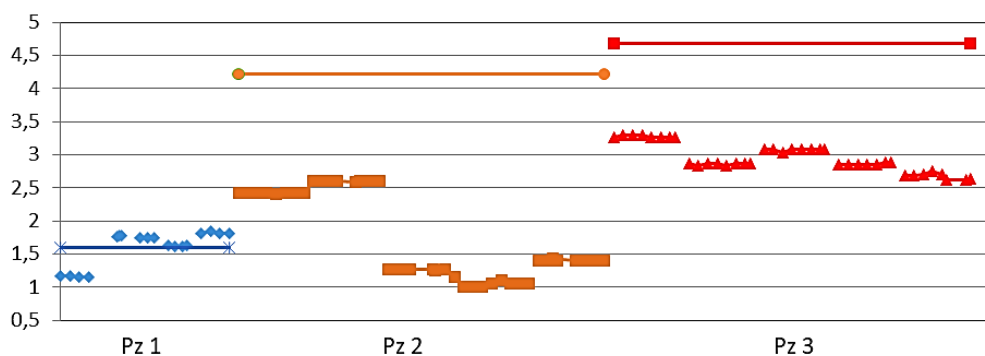


Grafico n 9: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Cuore-Asse in senso cranio-caudale nel campo di trattamento Obliquo interno in tecnica BH

Distanza Asse-Cuore nel campo di trattamento Obl. Est. con tecnica BH

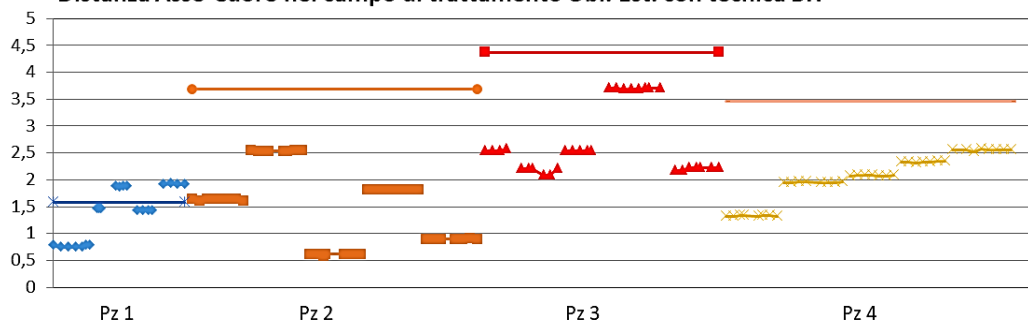


Grafico n 10: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Cuore-Asse in senso cranio-caudale nel campo di trattamento Obliquo esterno in tecnica BH

Distanza Asse-Cuore CC nel campo di trattamento Obl. Int. senza BH

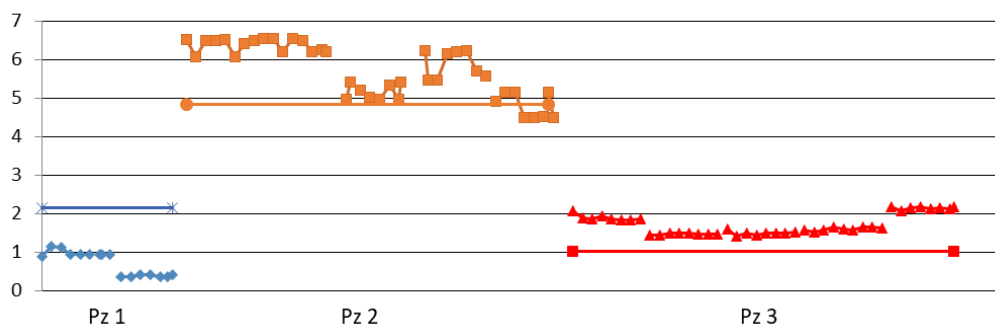


Grafico n 11: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Cuore-Asse in senso cranio-caudale nel campo di trattamento Obliquo interno in tecnica FB

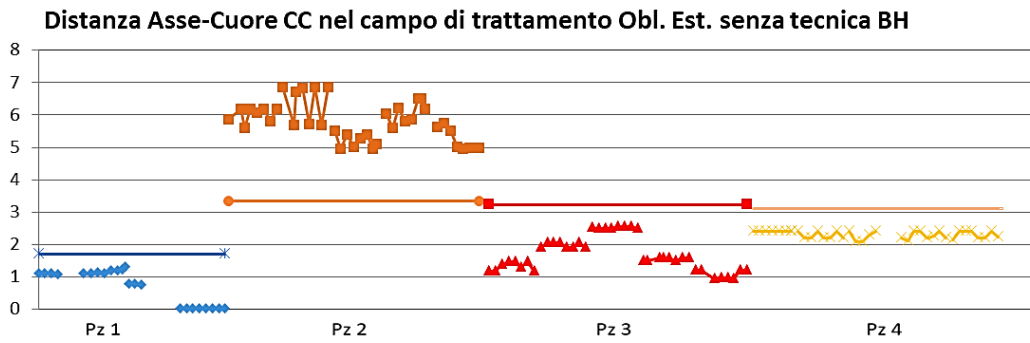


Grafico n 12: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della distanza Cuore-Asse in senso cranio-caudale nel campo di trattamento Obliquo esterno in tecnica FB

La distanza Asse-Cuore in senso cranio-caudale è un parametro che risente in modo esponenziale anche di minimi spostamenti del set up del paziente. I grafici sopra riportati dimostrano come questo parametro presenti una variazione consistente rispetto a quanto misurato sulle DRR. La variazione rispetto alla base line è maggiore nei trattamenti effettuati in tecnica BH anche se in questi ultimi il parametro risulta essere abbastanza costante intrafraction.

- ◆ Polmone Pz 1
- Polmone Pz 2
- ▲ Polmone Pz 3
- ✕ Polmone Pz 4
- ✱ Polm. Pianificato Pz 1
- Polm. Pianificato Pz 2
- Polm. Pianificato Pz 3
- Polm. Pianificato Pz 4

Figura : Legenda inerente ai grafici n. 13, 14, 15, 16.

Porzione di Polmone compresa nel campo di trattamento Obl. Int. in tecnica BH

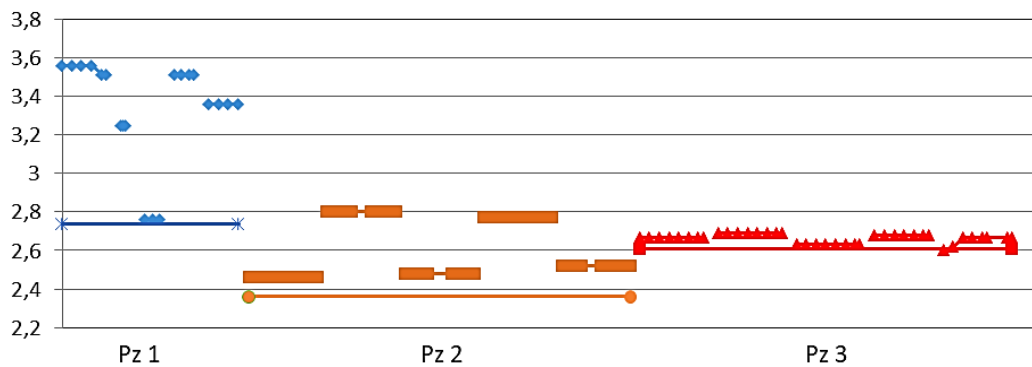


Grafico n 13: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di polmone compresa nel campo di trattamento Obliquo interno con tecnica BH

Porzione di polmone compresa nel campo di trattament Ob. Est. con tecnica BH

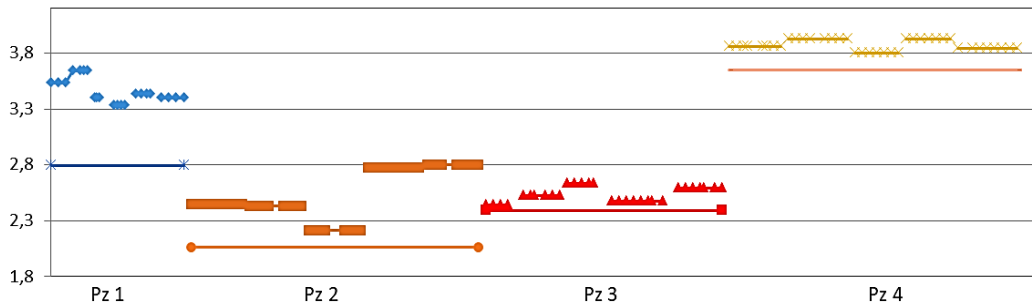


Grafico n 14: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di polmone compresa nel campo di trattamento Obliquo esterno con tecnica BH

Porzione di Polmone compresa nel campo di trattamento Obl. Int. senza tecnica BH

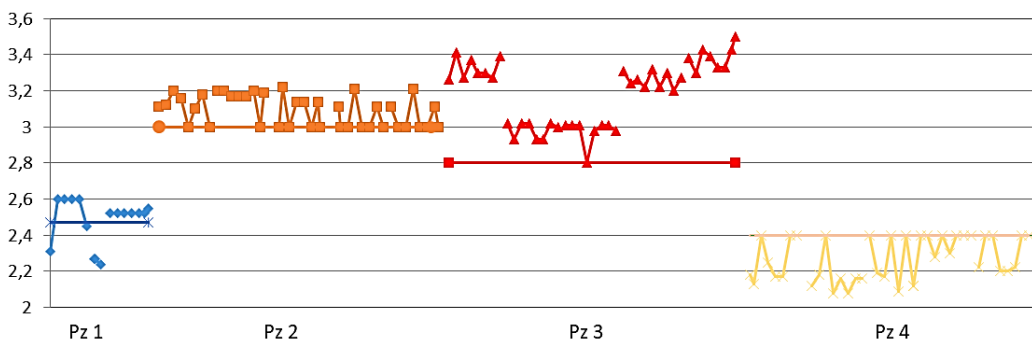


Grafico n 15: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di polmone compresa nel campo di trattamento Obliquo interno con tecnica FB

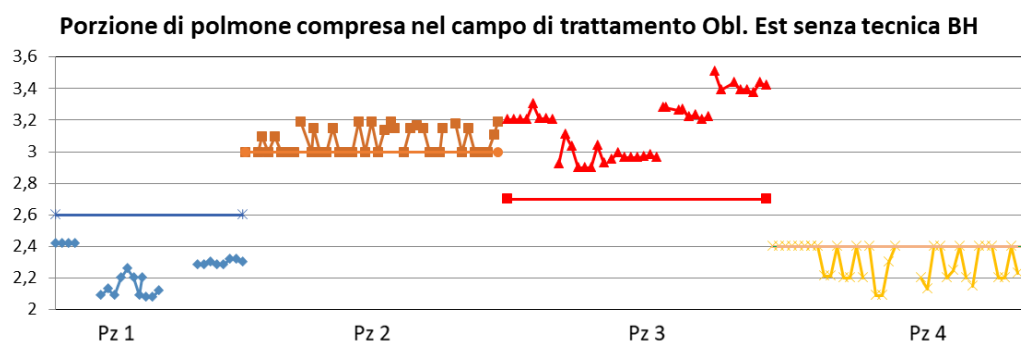


Grafico n 16: Rappresentazione grafica della variazione giornaliera della porzione di polmone compresa nel campo di trattamento Obliquo esterno con tecnica FB

Per quanto concerne il volume di polmone irradiato, in entrambe le tecniche di trattamento questo risulta uguale o superiore a quanto pianificato. La variazione intrafraction di questo parametro risulta considerevole nelle pazienti che eseguono terapia in free breathing. In questa tecnica, non monitorando il respiro delle pazienti, il polmone presenta un movimento accentuato che è responsabile delle escursioni all'interno delle singole frazioni. Le pazienti che eseguono trattamento in breath hold mantengono la porzione di polmone irradiata durante la seduta ma non tra una frazione e l'altra.

Riassuntivamente, dalle rappresentazioni grafiche sopra riportate, si nota come qualitativamente i trattamenti effettuati con tecnica breath hold risultino migliori a quelli effettuati in free breathing. Infatti è ben visibile come in questi i valori riscontrati rimangano più costanti durante la singola seduta di trattamento. In queste pazienti è visibile come la variazione rispetto alla base line sia più accentuata in confronto a quanto accade nella terapia a respiro libero.

Questa valutazione permette di affermare che l'utilizzo della tecnica breath hold comporta una maggiore stabilità della mammella: ciò rappresenta un'implicazione per le tecniche VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy) che richiedono un set-up maggiormente accurato.

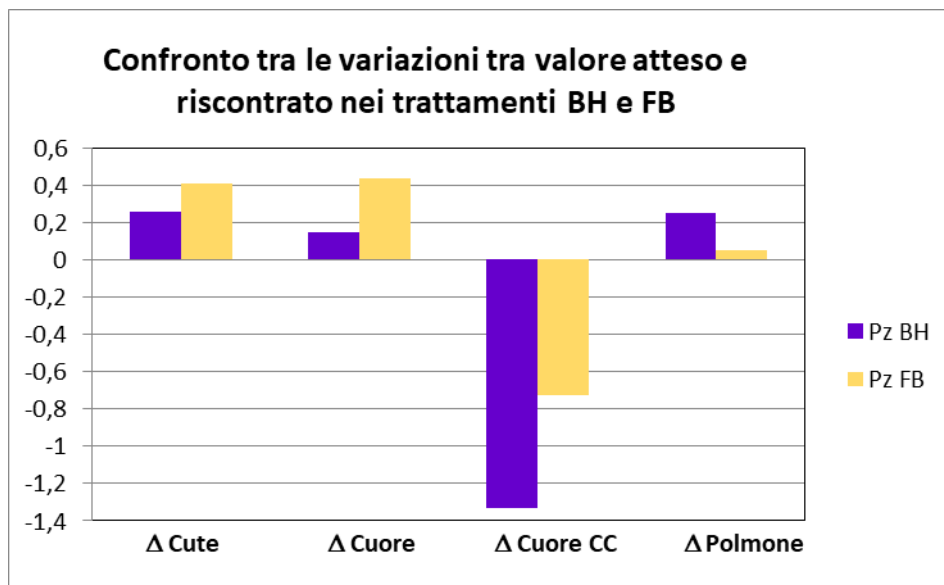


Grafico n. 17 : Confronto riproducibilità del set up degli organi intrafraction

Il grafico sovrastante è una rappresentazione riassuntiva del confronto delle riproducibilità del set up pianificato per ogni organo tra tecnica BH e FB. Le due colonne quantificano la variazione tra valore atteso e valore riscontrato in trattamento. È evidente come i trattamenti BH siano vantaggiosi per quanto riguarda la cute e il cuore in AP.

Per quanto riguarda la distanza Asse-Cuore in CC ed il polmone la criticità riscontrata non può condurre a conclusioni definitive. Infatti entrambe le misure presentano un'incertezza legata al metodo di misura e alla conformazione anatomica. La criticità nella misurazione della distanza Asse-Cuore CC risiede nell' intercettazione di una superficie obliqua, strettamente legata alla conformazione cardiaca. Per questo motivo anche una minima variazione nel posizionamento della paziente accentua una variazione di tale misura in modo esponenziale. Per quanto riguarda la misurazione del volume polmonare si riscontra una maggiore difficoltà e quindi una maggiore probabilità di errore conseguente al fatto che la distanza Isocentro-Parete è nell'ordine dei decimi di millimetro.

Si considera inoltre in tali valutazioni che la casistica presa in esame si avvalora di un numero esiguo di pazienti indi per cui per ulteriori

affermazioni tale studio dovrà essere ripetuto su un campione più ampio di pazienti.

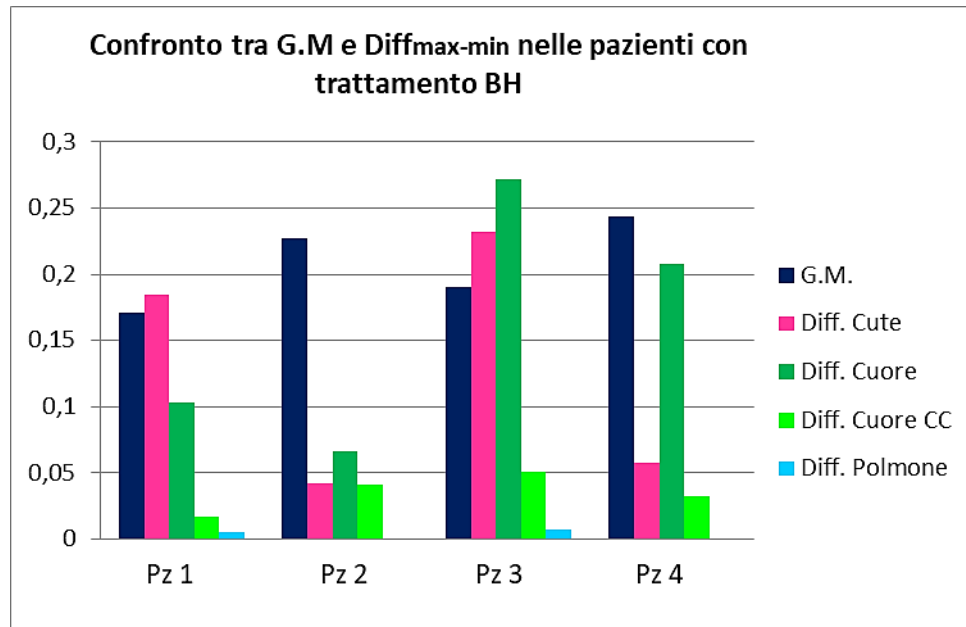


Grafico n. 18 : Confronto tra G.M. e $Diff_{max-min}$ nelle pazienti sottoposte a trattamento in tecnica BH

Il grafico n.18 pone a confronto, nelle pazienti che eseguono trattamento in BH, la media dei parametri di Gated motion ed il movimento residuo medio associato ad ogni organo. Questo istogramma fornisce un approccio visivo di quanto verificato attraverso il calcolo del rapporto R. Complessivamente si può affermare che il surrogato esterno presenta un'escursione inter-fraction pari o minore rispetto a quella degli organi:

- Per la distanza Isocentro-Cute e la porzione di cuore AP il marker block rappresenta un buon indice del movimento in quanto il valore G.M e $Diff_{max-min}$ sono molto simili
- Per la distanza Asse-Cuore in CC ed il polmone il marker block risulta essere cautelativo in quanto il suo movimento è maggiore di quello riscontrato per gli organi.

Capitolo 5, CONCLUSIONI

Lo scopo di questa tesi è stato quello di valutare se la tecnica “breath hold” consente di ottenere una maggiore stabilità del set up dell’organo target “mammella” e degli organi a rischio “cuore” e “polmone” rispetto alla tecnica effettuata a respiro libero.

Per raggiungere l’obiettivo prefissato, sono state studiate, 8 pazienti affette da carcinoma alla mammella sinistra sottoposte a trattamento radioterapico standard 3D CRT, quattro di queste trattate con tecnica breath hold (BH) e quattro trattate a respiro libero (FB).

Per ogni paziente sono state effettuate verifiche sulla variazione di posizione antero-posteriore e cranio-caudale, intra-fraction ed inter-fraction di cute, cuore e polmone attraverso l’acquisizione di immagini sequenziali durante l’erogazione della dose. Si tratta di immagini portali ottenute in concomitanza alla terapia per mezzo del sistema EPID, sia per il campo obliquo esterno che per quello interno. Al termine di ogni seduta, le immagini sono state salvate all’interno del sistema Aria e sono state analizzate off-line sul Treatment Planning System Eclipse (Varian).

Mettendo in relazione le misure derivanti dall’imaging cine acquisite intra-fraction e quelle effettuate sulla TC di simulazione si è giunti alla conclusione che nei trattamenti BH la posizione del target e degli OAR durante il delivery della dose risulta essere più stabile rispetto ai trattamenti in FB.

Complessivamente nella pazienti in trattamento BH il movimento intra-fraction è risultato pari a

- $0,13 \pm 0,09$ cm per la distanza Isocentro-Cute
- $0,16 \pm 0,09$ cm per il cuore in AP
- $0,04 \pm 0,01$ cm per la distanza Asse-Cuore in senso CC
- $0 \pm 0,08$ cm per il volume polmonare

Nelle pazienti sottoposte a trattamento in tecnica FB invece è risultato pari a:

- $0,20 \pm 0,03$ cm per la distanza Isocentro-cute
- $0,17 \pm 0,11$ cm per il cuore in AP
- $0,30 \pm 0,06$ cm per la distanza Asse-Cuore in senso CC
- $0,15 \pm 0,3$ cm per il volume polmonare

Questa analisi ha evidenziato come l'escursione tra valore minimo e massimo, e quindi la variabilità del posizionamento degli organi risulta maggiore nelle pazienti trattate in FB.

La stabilità registrata durante il trattamento in BH garantisce una maggiore accuratezza di somministrazione della dose pianificata al target ma anche un risparmio degli OAR mediante una possibile riduzione del margine CTV-PTV.

Nelle pazienti trattate in BH è stato anche valutata la corrispondenza tra il movimento del surrogato esterno (marker block) ed il movimento effettivo degli organi interni (rapporto R) che è risultato essere per ogni organo tendente o inferiore ad 1.

In particolare:

- per la cute e per il profilo anteriore del cuore, essendo l'escursione del marker block molto simile a quella effettiva di questi due organi ($R_{Cute}=0,7$; $R_{Cuore}=0,8$), il surrogato esterno può essere considerato un buon indice del movimento.
- Per quanto concerne invece la distanza Asse-Cuore in CC e soprattutto il volume polmonare, essendo il rapporto R inferiore a 1, ($R_{CuoreCC}=0,2$; $R_{Polmone}=0,05$) ne deriva che il surrogato esterno compie un movimento maggiore rispetto a questi organi durante il trattamento da tenere in considerazione in fase di definizione dei volumi radioterapici.

In conclusione, sulla base dei risultati ottenuti con questo studio , possiamo affermare che l' utilizzo della tecnica breath hold nei trattamenti radianti della mammella sinistra comporta, l'allontanamento dell'OAR cuore dal target radioterapico, una stabilità del set up intra-fraction del target mammella e degli OAR , una riduzione del margine CTV-PTV con un conseguente atteso miglioramento dell'outcome sia in termini di controllo locale di malattia che di riduzione della tossicità correlata al trattamento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ACS (American Cancer Society) e IARC (International Agency for Research on Cancer), "Global Cancer Statistics 2020",
- [2] Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group (EBCTCG), Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10 801 women in 17 randomised trials, Vol 378, pp. 1707-1716, 2011
- [3] C. Macauda, E. Infusino, D. Miccolis et al., Tecniche di Breath - Hold a confronto nel trattamento del carcinoma mammario; Vol. 2 n. 1, pp. 49-66, 2018
- [4] IGRT ed errore residuo: quale margine?, "associazione italiana di radioterapia oncologica" a cura del gruppo AIRO regionale Emilia Romagna-Marche, coordinatore Giovanna Mantello, 2018.
- [5] K.M. Langen, D.T.M. Jones, Organ motion and its management, Int J Radiat Oncol Biol Phys; Vol. 50, n. 1, pp. 265–278, 2001.
- [6] Varian Medical Systems, Relazione tecnica illustrativa; Offerta n. 2017-91755-1
- [7] Sumin Z, Xiaofeng Z, Mutian Z et al., Estimation of internal organ motion-induced variance in radiation dose in non-gated radiotherapy, Phys. Med. Biol. Vol. 61, pp. 8157–8179, 2016
- [8] V. M. Remsouchamps , M.D., N. Letts, B.SC., D. Yan, et al., Three-dimensional evaluation of intra- and interfraction immobilization of lung and chest wall using active breathing control: a reproducibility study with breast cancer patients. Int J Radiat Oncol Biol Phys, Vol. 57, n. 4, pp. 968–978, 2003
- [9] Mathias Düsberg, Kai Joachim Borm, Stephanie Elisabeth Combs et al., Deep inspiration breath-hold for left-sided breast irradiation: Analysis

of dose-mass histograms and the impact of lung expansion Markus Oechsner , Oechsner et al. Radiation Oncology 14:109, 2019

[10] Darby, S. C., Ewertz, M., McGale, P. et al., Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer, New England Journal of Medicine, Vol. 368, pp. 987-998, 2013

[11] Krengli M, Sacco M, Loi G et al., Pulmonary changes after radiotherapy for conservative treatment of breast cancer: a prospective study. Int J Radiat Oncol Biol Phys. Vol. 70 pp. 1460–7, 2008

[12] Best Clinical Practice nella Radioterapia dei Tumori della Mammella 2019, Gruppo di coordinamento AIRO mammella triennio 2017-2019

[13] Cucciarelli F., Presentazione “Diagnosi e trattamento del carcinoma mammario. Metodiche classiche e nuovi approcci: radioterapia in breath hold per risparmio della tossicità cardiaca e polmonare”, SOD Radioterapia AOU Ospedali Riuniti Ancona, 2014

[14] Boda -Heggemann J, Knopf AC, Simeonova A et al., DIBH (Deep Inspiratory Breath Hold) a base di radioterapia – una revisione clinica, International Journal of Radiation Oncology –Biology- Physics, 2016

[15] Simonetto C, Eidemüller M, Gaasch A et al. Does deep inspiration breath-hold prolong life? Individual risk estimates of ischaemic heart disease after breast cancer radiotherapy, Radiotherapy and Oncology 131 pp. 202–207, 2019

[16] Oechsner M, Düsberg M, Borm K et al., Deep inspiration breath-hold for left-sided breast irradiation: Analysis of dose-mass histograms and the impact of lung expansion, Oechsner et al. Radiation Oncology, 14-109, 2019

[17] <https://us.medical.canon>

RINGRAZIAMENTI

Vorrei dedicare questo spazio a chi, con dedizione e pazienza, ha contribuito alla realizzazione di questo elaborato.

Ringrazio il mio relatore la Dott.ssa Mantello, e il mio correlatore il Dott. Valenti, che in questi mesi di lavoro, hanno saputo guidarmi nelle ricerche e nella stesura dell'elaborato. Grazie a Voi ho arricchito le mie conoscenze.

Ringrazio tutto lo staff del reparto di Radioterapia e delle Fisica sanitaria dell' Ospedale Riuniti di Ancona, in cui ho svolto un tirocinio formativo complementare alla redazione della tesi, per l'ospitalità e per le competenze acquisite sul campo.

Ringrazio la mia famiglia, perché senza di loro non avrei mai potuto intraprendere questo percorso di studi. Non finirò mai di ringraziarvi per sostenermi da sempre e per avermi permesso di arrivare fin qui.

Ringrazio i mie amici per essere stati miei complici in questo percorso intenso ed entusiasmante, nel bene e nel male.

Grazie infinitamente a tutti coloro che hanno contribuito, ognuno a modo suo, a rendere inaspettatamente speciale questo traguardo.