

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Modifiye Radikal Mastektomi Uygulanmış Sol Meme Kanserli Olgularda İki Farklı Radyoterapi Tekniğinin Dozimetrik Karşılaştırma ve Değerlendirilmesi

Merve CİNOĞLU, Sibel ÇETİNTAŞ KAHRAMAN, Sema GÖZCÜ TUNÇ,
İsmail Hakkı KALYONCU, Meral KURT, Candan DEMİRÖZ ABAKAY,
Sonay GEDİK

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Bursa.

ÖZET

Çalışmamızda modifiye radikal mastektomi uygulanmış sol meme kanserli hastalarda, göğüs duvarı ve supraklaviküler bölge ışınlanmasında alan içinde alan radyoterapi (FinF) ve tanjansiyel volümetrik ayarlı ark terapi (tVMAT) tekniklerini dozimetrik olarak karşılaştırmak ve değerlendirmek amaçlanmıştır. Çalışmamızda MRM uygulanmış 15 sol meme kanserli hastaya 2 ayrı tedavi planı yapılarak planlanan hedef hacim (PTV), Homojenite İndeksi (HI), Konformalite İndeksi (CI), Monitor Unit (MU) ve risk altındaki organ (kalp, LAD, akciğer ve karşı meme) dozları incelendi. İstatiksel analizde Wilcoxon Analiz kullanıldı. FinF tekniğinde kalbin V_5, V_{10}, V_{20} ve LAD'nin D_{ort} ve D_{mak} dozları ile karşı akciğerin V_2, D_{ort} ve sağ memenin V_5 ve D_{ort} dozları anlamlı olarak azaldı. tVMAT tekniğinde ise sol akciğer V_5, V_{10}, V_{20} ve PTV'nin $D_{\%2}, D_{ort}$ değerlerinin anlamlı olarak azaldığı saptandı. tVMAT tekniğinde PTV $D_{\%95}$, CI ve HI değerlerinin daha iyi olduğu fakat MU değerinin daha yüksek olduğu saptandı. Sol meme kanserli MRM uygulanmış hastalarda tVMAT ve FinF teknikleri karşılaştırıldığında tVMAT tekniğinin PTV'de daha iyi doz dağılımı sağladığı saptandı. Kritik organlardan kalp, LAD, karşı meme ve karşı akciğer dozlarının FinF tekniğinde daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Hastalara tedavi planı seçimlerinde hedef volüm dozları ve riskli organ dozlarına ve yandaş hastalıklarına bakılarak kişiye uygun planlama seçilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Meme kanseri. Modifiye radikal mastektomi. FiF. IMRT. tVmat.

Dosimetric Comparison and Evaluation of Two Radiotherapy Techniques for Use after Modified Radical Mastectomy for Left-sided Breast Cancer

ABSTRACT

The purpose of this study was the dosimetric comparison and evaluation of using field in field radiotherapy and tangential volumetric adjusted arc therapy techniques for chest wall and supraclavicular area irradiation in patients with left breast cancer who underwent modified radical mastectomy. In this study, 15 female left breast cancer patients were transferred to treatment planning system after computerized tomography scans were at appropriate position on the breastboard. Patients were treated according to both mentioned plans. PTV, HI, CI, heart, lung, LAD and right breast doses were examined. The examined doses were compared in terms of DVH. For statistical analysis, Wilcoxon analysis method was used. The doses V_5, V_{10}, V_{20} and V_{30} of the heart, D_{mean} and D_{max} of the LAD, V_2, D_{mean} of the right lung and V_5 of the right breast were significantly reduced in FinF technique. Similarly, The tVMAT technique showed significant decrease V_5, V_{10}, V_{20} ipsilateral lung and $D_{\%2}, D_{mean}$ dose values of PTV. In post-MRM left breast cancer patients; the tVMAT and FinF techniques were compared and the tVMAT technique was found to provide better dose distribution in PTV. Heart, LAD, right breast and right lung, doses were lower in the FinF technique.

Key Words: Breast cancer. Modified radical mastectomy. FinF. IMRT. tVMAT.

Geliş Tarihi: 15 Temmuz 2017
Kabul Tarihi: 14 Ağustos 2017

Dr. Merve CİNOĞLU
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı,
Bursa.
Tel: 0224 295 34 41
E-posta: mervecinoglu@gmail.com

Meme kanseri kadınlarda en sık rastlanan kanser çeşididir. Modifiye radikal mastektomi (MRM) sonrası lokal yineleme en sık göğüs duvarında izlenir. Radyoterapi, yenileme riski yüksek olan hastalar için uygulanmaktadır¹⁻³. British Columbia ve Danimarka Meme kanseri çalışmalarında lenf bezi metastazı olan, mastektomi yapılmış olgularda adjuvan radyoterapi ile genel sağkalımın arttığı bulunmuştur^{2,3}. Buna paralel olarak lokal ileri evre meme kanserli hastalara, mastektomi sonrası uygulanan adjuvan radyoterapide artış olmuştur.

Meme radyoterapisi hasta anatomisine göre farklılık göstermektedir. Modifiye radikal mastektomi uygulanmış sol meme kanserli hastalarda, hedef hacim homojen bir şekilde ışınlanırken kalp, sol akciğer ve diğer risk altındaki organ dozları dikkatli olarak irdelenmelidir^{4,6}.

Başarılı bir radyoterapi için tedavi planlarında göğüs duvarı ve periferik lenfatiklerin uygun teknik ile yeterli doz alması gerekmektedir^{7,8}. Özellikle sol meme radyoterapisinde kalbin maruz kaldığı radyasyon geç dönemde kardiyak ölüm artışına sebep olabilmektedir^{6,8}. Ayrıca geç komplikasyonları önlemek için sol ön inen koroner arterin (LAD (left Anterior Descending)) dozlarına da dikkat edilmesi ve korunması önerilmektedir⁹. Literatürlerde çoğunlukla kalbin aldığı doz üzerine yoğunlaşılırken koroner arter dozları üzerine yoğunlaşmış az sayıda çalışma mevcuttur^{9,10}. Modifiye radikal mastektomi uygulanmış sol meme kanserli hastalarda FinF ve tVMAT tekniği kullanılarak, kapsamlı dozimetrik karşılaştırma ve değerlendirme az sayıda çalışmada kullanılmıştır⁸.

Bu çalışmanın amacı, iki farklı teknik ile ışınlanan MRM uygulanmış sol meme kanserli hastalarda hedef hacmin ve kritik organların aldıkları dozları ve MU sayılarını dozimetrik olarak karşılaştırarak alternatif tedavi tekniğini bulmaktır.

Gereç ve Yöntemler

Çalışmamız için seçilen 15 modifiye radikal mastektomi uygulanmış sol meme kanserli hasta, uygun pozisyonda meme borduna yatırılarak 0.5 mm'lik kesit aralığı ile bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri çekildi. Her bir hasta için radyasyon onkoloğu tarafından hedef hacim ve riskli organ hacimleri "Radyasyon Birimleri ve Ölçümleri Uluslararası Komisyonu" (ICRU) 50 ve 62 nolu raporlarındaki önerilere göre konturlandı (<http://www.rtog.org/CoreLab/ContouringAtlases/BreastCancerAtlas.aspx>). Göğüs duvarı ve kostalar CTV olarak tanımlandı. CTV'ye 0,5 cm pay verilerek PTV belirlendi. Her İki teknikte de aynı PTV kullanıldı. Konturlar Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) atlasının önerilerine göre yapıldı. Hedef hacim çiziminde kalbin konturları kranialde sağ ventrikülün infundi bolumundan perikardın görüldüğü son kesite kadar belirlendi. Trunkus pulmonalis, asendan aorta ve süperior vena kava dahil edilmedi. LAD konturu için radyolog yardımı ile RTOG Atlas önerilerine bakıldı. Karşı memenin görülebilen tüm meme dokusu konturlandı.

Çekilen bilgisayarlı tomografi görüntüleri tüm konturları ile Elekta marka CMS XIO tedavi planlama sistemine (TPS) ve Monaco TPS'e gönderilerek iki farklı planlama tekniği yapıldı^{12,13}. CMS marka XIO tedavi planlama sisteminde, FinF planlama tekniği yapıldı. tVMAT planlama tekniği ise Monaco TPS'e aktarıla-

rak uygulandı. Bu iki teknikte de hedef doz 25 fraksiyondan 50 Gy'dir. Tedavi planlamasında birincil amaç PTV'nin %95'inin 47,5 Gy doz kapsamıdır. Kritik organlardan sol akciğer hacimleri için 5 Gy, 10 Gy, 20 Gy (V_5, V_{10}, V_{20}) ve sağ akciğerin 2 Gy ve 5 Gy (V_2, V_5) dozlarına bakıldı. Kalbin 5 Gy, 10 Gy, 20 Gy, 30 Gy ($V_5, V_{10}, V_{20}, V_{30}$) ve LAD dozlarına bakıldı. Karşı memenin ise 5 Gy (V_5) alan hacimlerine ve karşı memeye ait ortalama ve maksimum dozlara bakıldı.

FinF ve VMAT Planlama Teknikleri

Çalışmamızda 15 hasta için kullanılan tekniklerin ilki olan FinF tekniğinde her bir hastanın anatomik yapısına uygun olacak şekilde tek merkez olarak planlar yapıldı. Yapılan bu planlarda CMS-XIO planlama sisteminde 10°'lik supraklavikular alan ile 300° ve 120° ±10° tanjansiyel alanlarda 6 MV'lik enerji kullanıldı. Multi leaf colimator (MLC)'ler ile akciğerler, kalp, LAD ve diğer risk altındaki organlar korundu. FinF planlama tekniğinde "superposition" algoritması ile organ dozları ve PTV dozu hesaplandı.

Çalışmamızdaki diğer planlama tekniği olan tVMAT tekniği, Monaco planlama sistemi kullanılarak oluşturuldu. Planlar Elekta marka Synergy Linner hızlandırıcı ile 6 MV'lik enerji kullanılarak tek merkezli göğüs duvarı ve supraklavikuler lenf nodları eş zamanda ışınlanacak şekilde oluşturuldu. tVMAT planları koplanar biri saat yönünde 300°'den 360°'ye diğeri ise saat yönünün tersi 70°'den 130°'ye dönen iki parçalı arkdan oluşan ışınlardan oluşturuldu. VMAT planlama tekniğinde Monte Carlo algoritması kullanıldı. Hesaplama parametrelerinde kullanılan "ark sayısı" 2, "control point" 140, "grid spacing (cm)" 0.3, "statistical uncertainty (%)" 0.5 ve minimum segment genişliği ise 1 cm olarak ayarlandı.

Kullandığımız bu iki teknikte hedef doku ve kritik organlar için hedeflediklerimiz ise Tablo-I de gösterilmiştir.

Tablo I. PTV: Planning target volüm (planlanan hedef hacim)

PTV	$V_{47,5} \geq 95\%$
Kalp	$D_{ort} \leq 10Gy$
	$V_{10Gy} \leq 20\%$
	$V_{20Gy} \leq 15\%$
	$V_{30Gy} \leq 20\%$
Sol Akciğer	$D_{ort} \leq 15Gy$
	$V_{10Gy} \leq 30\%$
	$V_{20Gy} \leq 20\%$

Plan Karşılaştırma ve İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada iki farklı tekniği dozimetrik olarak karşılaştırdığımız parametreler ile test ettik^{11,14}.

MRM'li Sol Meme ca 2 Farklı RT Teknik Karşılaştırma

PTV için $V_{95\%}$, $V_{2\%}$, homojenite indeksi (HI) ve konformalite indeksi (CI) değerleri hesaplandı. $V_{95\%}$, reçete edilen dozu %95'ini alan PTV hacmi olarak tanımlandı. Uluslar Arası Birimler ve Ölçümler Komisyonu (ICRU)-83 numaralı rapor da ön görülen homojenite indeksinin hesaplanmasında şu formül kullanıldı:

$$HI = (D_{2\%} - D_{98\%}) / D_{50\%}$$

Bu formülde, $D_{2\%}$: Hedefin % 2'lik hacminin aldığı doz (maksimum doz olarak varsayılabilir), $D_{98\%}$: Hedefin % 98'lik hacminin aldığı doz (minimum doz olarak kabul edilebilir) ve $D_{50\%}$: Hedefin % 50 hacminin aldığı dozu temsil eder (referans doz ya da tanımlanan doz) ^{7,11}.

ICRU-83 tarafından homojenlik indeksinin karşılaştırılması ile plan kalitesinin genel bir değerlendirilmesi yapılmıştır¹¹. Homojenite indeksi için ideal değer 0'dır. Homojenite indeksi eğer 2'ye eşit ve 2'den küçük ise plan protokol sınırları içindedir. Bu değer 2-2,5 arasında olduğunda, homojenite indeksi tam olmasa da uygun bir sonuç olarak kabul edilebilir. Eğer homojenite indeksi 2,5'ten büyük ise kabul edilmez¹³.

Konformalite indeksinin hesaplanmasında kullanılan formül de

$$CI = (VPTV_{ref})^2 / (VPTV \times V_{ref}), CI = (TV_{95})^2 / TV \times V_{95}$$

VPTV_{ref}: Reçete edilen dozu alan hedef hacim, **TV**: Tedavi edilmesi gereken hedef hacim, **V_{ref}**: Reçete edilen dozu alan toplam hacim temsil eder. **TV₉₅**: referans izodoz tarafından sarılan hedef hacmi, **TV**: hedef volüm ile **V_{RI}**: referans izodoz hacmi göstermektedir. Konformalite indeksi 0 ile 1 arasında değer alır ideal plan değeri ise 1'dir.

İstatiksel Analiz

Bu çalışmada SPSS (IBM sürüm 22) yazılımı aracılığı ile iki teknikte kullanılan parametreler plan kalitesi ve dozimetrik olarak değerlendirildi. Normallik dağılımına uygunluk gösteren veriler de Wilcoxon Analizi uygulanarak değerlendirildi. P-değeri <0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

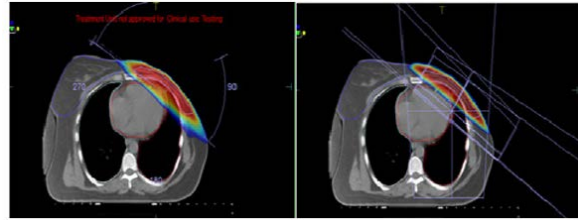
FinF ve tVMAT planlama tekniklerinde kritik organlardan kalbin, D_{ort} , V_5 , V_{10} , V_{20} , V_{30} , LAD'nin D_{ort} ve D_{mak} , sol akciğerin D_{ort} , V_5 , V_{10} , V_{20} , sağ akciğerin D_{ort} , V_2 , V_5 ve karşı memenin D_{ort} , V_5 değerlerinde önemli farklılıklar kaydedildi (tablo II). Kalbin V_5 , V_{10} , V_{30} ve D_{ort} değerinde (p değerleri sırası ile <0.001, <0.001, <0.001, 0.650 ve <0.001) anlamlı bir fark izlendi. Kalp dozları FinF tekniğinde, VMAT tekniğine göre

daha düşük olarak saptandı. LAD'nin D_{ort} ve D_{mak} dozlarında da FinF lehine anlamlı bir fark saptandı (<0.001 ve <0.001) (Tablo II).

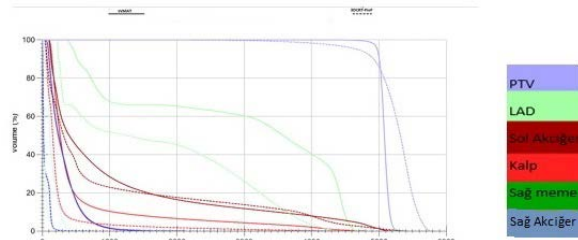
Sol akciğer dozlarının V_5 , V_{10} , V_{20} D_{ort} değerlerinde (p değerleri sırası ile <0.001, <0.001, <0.001, <0.001) sonuçların tamamı tVMAT tekniği lehinde bulunmuştur. Sağ akciğerin aldığı V_2 ve D_{ort} doz değerleri FinF tekniği ile anlamlı olarak azalmıştır (p değerleri sırası ile 0.054 ve <0.001). Sağ memenin V_5 ve D_{ort} değerleri de (p değerleri sırası ile 0.540 ve <0.001) FinF tekniğinde anlamlı olarak düşük bulundu.

Çalışmamızdaki 15 hastanın PTV volümlerinde ise D_{95} (p=<0.001), D_{2} (p=<0.001) ve D_{ort} dozunda (p=<0.001) VMAT lehine anlamlı fark saptanmıştır (Tablo III).

Konformalite indeksi ve homojenite indeksi açısından da VMAT tekniği (CI=1.03±0.16, HI=0.07±0.19) FinF tekniğine (CI=0.87±0.22, 0.25±0.37) göre üstün bulunmuştur.



Şekil 1: a) tVMAT tekniği b) FinF



Şekil 2: tVMAT ve FinF planlarında örnek bir hastanın DVH grafiği

Riskli organların dozları iki teknik için değerlendirildi ve p değerleri Tablo-II de belirtilmiştir. D_{ort} bir organa verilen ortalama doz, $V(x \text{ Gy})$, bir organın hacminin yüzdesini alan (x) Gy veya daha yüksek almasını temsil eder.

Tablo II. Risk altındaki organların $V_2, V_5, V_{10}, V_{20}, V_{30}$ ve D_{ort} değerleri

Kritik organlar	Parametreler	FinF Medyan(Min, Mak)	tVMAT Medyan(Min, Mak)	P
Kalp	V_{5Gy}	8.00 (0.90, 16.00)	16.30(10.60, 43.10)	<0.001
	V_{10Gy}	5.30(0.10, 12.00)	9.00(5.00, 23.90)	<0.001
	V_{20Gy}	3.40(0.00, 8.80)	5.80(2.10, 13.10)	<0.001
	V_{30Gy}	2.10(0.00, 6.74)	3.80(0.40, 30.00)	0.650
	D_{ort}	3.14 (1.27, 5.89)	4.56(3.08, 5.89)	<0.001
LAD	D_{ort}	19.24(2.77, 33.61)	24.46(7.36, 34.20)	<0.001
	D_{mak}	44.44(8.30, 54.03)	44.43(24.46, 52.79)	<0.001
Sol Akciğer	V_{5Gy}	46.80(35.70, 53.00)	43.20(35.10, 48.10)	<0.001
	V_{10Gy}	34.00(22.80, 40.70)	29.00(22.50, 40.70)	<0.001
	V_{20Gy}	27.60(17.50, 37.70)	17.90(12.90, 24.70)	<0.001
	D_{ort}	13.20(9.58, 16.45)	9.81(7.77, 12.69)	<0.001
Sağ Akciğer	V_{2Gy}	1.20(0.00, 4.50)	9.40(0.70, 21.50)	0.054
	V_{5Gy}	0.20(0.00, 29.10)	0.00(0.00, 3.00)	<0.001
	D_{ort}	0.40 (0.20, 0.40)	1.10(0.40, 2.09)	<0.001
Sağ Meme	V_{5Gy}	0.00(0.00, 2.10)	7.77(0.00, 26.50)	0.540
	D_{ort}	0.27(0.10, 0.51)	2.25(0.88, 4.21)	<0.001

Tablo III. DVH analizine dayanan PTV değerleri

Parametreler	FinF Medyan(Min, Mak)	tVMAT Medyan(Min, Mak)	P
D%2	46.68(44.02, 48.56)	49.40(47.95, 49.83)	<0.001
D%95	57.68(56.03, 58.27)	52.30(51.78, 53.94)	<0.001
D_{ort}	52.45(51.48, 54.21)	50.77(50.03, 52.20)	<0.001
CI	0.95(0.90, 1.05)	1.03(0.98, 1.05)	<0.001
HI	0.25(0.20, 0.33)	0.07(0.50, 0.11)	<0.001
MU	380(350, 460)	576(477, 610)	<0.001

Tartışma

MRM uygulanmış meme kanserli hastalarda göğüs duvarı ve supraklavikular bölgenin ışınlanması lokal kontrolü ve sağkalımı artırır¹⁻³. Çalışmamızda lokal ileri evre sol meme kanseri tanısı ile göğüs duvarı ve supraklavikular alana yönelik radyoterapi endikasyonu bulunan 15 hastada 2 ayrı teknik ile elde edilen toplam 30 ayrı tedavi planı değerlendirildi. Sonuçlarımıza göre tVMAT tekniğinin; sol akciğer dozları ve PTV, HI, CI değerleri açısından FinF tekniğine göre daha avantajlı olduğu saptandı. tVMAT tedavi tekniğinin eksik yönlerinden biri yüksek Monitor Unit (MU) sayısıdır. Yüksek MU sayısı, uzun tedavi süresine neden olmaktadır. Bu tedavi tekniğinin diğer bir eksik yönü de saçılmadan kaynaklı küçük dozların (V_2, V_5) yüksek değere sahip olmasıdır. Kullanılan Monte Carlo algoritmasında tüm radyasyon saçılması ve sızıntıları hesaba katarak işlem yapmaktadır. Ark tedavi olması da küçük dozları artırmaktadır^{13,14}.

Meme kanserli hastaların radyoterapisi, anatomik yapı gereği ciddi komplikasyonlara neden olabilecek birçok organı etkileyebileceğinden dikkatli bir biçimde uygulanmalıdır¹⁵. Bu komplikasyonlardan biri kalp hastalığıdır^{16,17}. Le ve ark. sol meme kanserli 15 hasta için yapmış oldukları çalışmada alınan kalp dozunun, uzun dönem izlemde hastalarda kardiyak morbidite göstergesi olarak saptamışlardır¹⁰. Bununla birlikte radyasyona bağlı kardiyak toksisiteyi belirlemek için tüm kalp dozu yerine koroner arter dozu daha üstün bir belirteç olarak önerilmiştir. Çoğu literatürde sol meme kanserli hastalarda, kalbin aldığı doz analiz edilmiş fakat koroner arterin dozimetrik parametreleri belirtilmemiştir^{18,17}. Becker-Schiebe'nin çalışmasında serbest solunumlu radyoterapi planlarında, koroner artere verilen dozun kesin olarak tahmin edilemediği ve LAD'nin yüksek doz alması, kalbin yüksek doza maruz kalması ile ilişkili olduğu bildirilmiştir¹⁹. Bu çalışmanın tedavi planlaması yapılan hastalara IMRT ve VMAT'tan ziyade tanjansiyel radyoterapi uygulanmış olması gibi bazı kısıtlamaları mevcuttur. Ek olarak kısa gözlem süresi nedeniyle LAD dozu ile radyasyona bağlı kardiyak toksiteler arasındaki korelasyonlar hakkında da kesin veri mevcut değildir. LAD'yi kullanarak kontür tutarsızlığını azaltma stratejisi için, statik veya döner portallar ile IMRT'de uygulanabilir. Le ve ark. koroner arterin lokalizasyonunun belirlenmesi zorluğu sebebi ile koroner arter ve kalp dozlarına birlikte bakılması önermektedir⁷. Çalışmamızı da kardiyak toksite açısından değerlendirdiğimiz de kalp ve LAD doz değerlerinde en düşük sonucun elde edildiği FinF tekniğini önerebiliriz. Bununla birlikte, radyoterapiye bağlı kardiyak morbidite ve mortaliteyi azaltmak amacıyla bu uygulamayı doğrulamak için daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulacaktır.

Meme kanserine bağlı bir diğer doz sınırlayıcı organ ise akciğerdir. Meme ışınlamalarında ipsilateral akciğer hacmi 20 Gy'den fazla olursa pulmoner komplikasyon görülme olasılığı da artar^{6,20-22}. Meme kanserinde akciğer için radyoterapi toksiteleri, erken dönemde radyasyon pnömonisi, geç dönemde ise pulmoner fibrozis olarak görülmektedir²¹⁻²⁵. Çalışmamızda tVMAT tekniği ile FinF tekniğine göre sol akciğerde daha iyi koruma sağlandığı gösterildi (sırası ile $V_5:43.2, 46.8, V_{10}:29, 34, V_{20}:17.9, 5.6, D_{ort}:10.0, 13.2$). Popescu ve ark. meme koruyucu cerrahi (MKC) uygulanmış 5 hasta ile yaptıkları çalışmalarda konvansiyonel tanjansiyel alan, VMAT ve cIMRT tekniklerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak kalp, sağ akciğer ve sağ meme dozlarının konvansiyonel tanjansiyel alan tekniğinde en düşük değere sahip olduğu bulunmuştur²³. Bizim çalışmamızda da kalp, sağ akciğer ve sağ meme dozları için FinF tekniği avantajlı bulunmuştur.

Ma ve ark. modifiye radikal mastektomi uygulanmış 10 hasta üzerine yaptıkları çalışmada 3 farklı tekniği (FinF, IMRT ve VMAT teknikleri) karşılaştırmıştır⁷. Sonuç olarak FinF sol meme RT'sinde kalp ve sağ

MRM'li Sol Meme ca 2 Farklı RT Teknik Karşılaştırma

akciğer dozları diğer iki tekniğine göre daha düşük bulunmuş ve bununla birlikte IMRT tekniğinin daha iyi konformaliteye sahip olduğu da saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da FinF tekniğinde kalp ve sağ akciğer dozları, tVMAT'a göre daha az bulundu. Ayrıca çalışmamızda konformalite indeksinin tVMAT tekniğinde daha iyi çıktığı ve yapılan tedavi planlarında, hedeflenen volümün daha iyi doz sardığı görüldü.

FinF planlarında hedef hacmin almış olduğu doz açısından düşük değere sahip olup PTV doz homojenliği tVMAT tekniğine göre düşüktür. Bu durum FinF tekniği için dezavantajdır. Çalışmamızda bulduğumuz diğer bir sonuç ise hastaya verilen MU sayısının FinF tekniğinde daha düşük olduğudur. Yüksek MU uygulanma süresini uzatmakta bu da stabilitesi zor olan hastalarda setup hatalarına sebep olabilmektedir. Ek olarak fazla MU ve saçılan düşük dozlar ile geç ve uzun sağkalım beklenen hastalarda ikincil malignite riskinde artmaktadır^{21,22,26}.

Lokal ileri evre meme kanseri nedeni ile göğüs duvarı ve supraklavikular alana yönelik radyoterapi uygulanan hastalarda PTV'deki doz homojenitesi ve konformitesi., sol akciğer doz düşüklüğü göz önüne alındığında tVMAT tekniği FinF tekniğine göre daha avantajlı olarak görülmektedir. Sonuç olarak hastaları tedaviye almadan önce hastanın anatomik yapısı veya varsa kalp, akciğer gibi rahatsızlıklar ve lokal yineleme riski göz önüne alınarak tedavi tekniğine de karar verilmelidir.

Kaynaklar

1. Overgaard M, Hansen PS, Overgaard J, et al (1997) Postoperative radiotherapy in high-risk premenopausal women with breast cancer who receive adjuvant chemotherapy. Danish Breast Cancer Cooperative Group 82b Trial. *N Engl J Med* 337:949-55.
2. Overgaard M, Jensen MB, Overgaard J, et al (1999) Postoperative radiotherapy in high-risk postmenopausal breast cancer patients given adjuvant Tamoxifen: Danish Breast Cancer Cooperative Group (DBCG) 82c randomized trial. *Lancet*: 353:1641-8.
3. Ragaz J, Olivetto IA, Spinelli JJ, et al. (2005) Locoregional radiotherapy in patients with high-risk breast cancer receiving adjuvant chemotherapy: 20-year results of the British Columbia randomized trial. *J Natl Cancer* 97:116-26.
4. Sardaro, A. et al (2012) Radiation-induced cardiac damage in early left breast cancer patients: risk factors, biological mechanisms, radiobiology, and dosimetric constraints. *Radiother Oncol.* 103, 133-142.
5. Darby, S. C. et al (2013) Risk of is chemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer. *N Engl J Med.* 368, 987-998.
6. Hurkmans C.W Borger J.H, Bos L.J et al (2000) Cardiac and lung complication probabilities after breast cancer irradiation *Radiotherapy and Oncology* 55:145-51.
7. Wang, J. et al (2014) Postoperative radiotherapy following mastectomy for patients with left-sided breast cancer: A comparative dosimetric study. *Med Dosim.* Volume 40, Issue 3, 190-194
8. Ma C, Zhang W, Lu J, et al (2015) Dosimetric Comparison and Evaluation of Three Radiotherapy Techniques for Use after Modified Radical Mastectomy for Locally Advanced Left-sided Breast Cancer. *Scientific Reports* 5,p:12274.
9. Nilsson G, Holmberg L, Garmo H et al (2012) Distribution of coronary artery stenosis after radiation for breast cancer. *J Clin Oncol.* :30:380-6
10. Jie Lee, Kai-Lung Hua, Shih-Ming Hsu, Jhen-Bin Lin et al (2017) Development of delineation for the left anterior descending coronary artery region in left breast cancer radiotherapy: An optimized organ at risk *Radiother Oncol.* ;122(3): 423-430
11. International Commission on Radiation Units & Measurements. Prescribing, recording, and reporting photon-beam intensity modulated radiotherapy (IMRT). ICRU Report 83. Oxford: Oxford University Press; 2010.
12. Bortfeld, T.(2006) *Image-Guided IMRT.* Germany: Springer, 229-234,
13. Khan FM. (2003)*Treatment Planning in Radiation Oncology.* Lippincott Williams & Wilkins Company, USA, 348-352,
14. Loic F, Georges N, Jean-Jacques M, Pierre B. (2006) Conformity index: a review. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2: 333-342.
15. Çatlı S, Demircioğlu F, Kılıç F ve ark. (2014) Meme kanserli olgularda 3 alanlı koplana tekniikle tüm meme ışınlanmasının kalp ve LAD dozlarına etkisi *Türk Onkoloji Dergisi*; 29 (4): 148-156.
16. Baycan D, Karacetin, Balkanay A. Y, Barut Y (2012) Field in-field IMRT versus 3D-CRT of the breast. Cardiac vessels, ipsilateral lung, and contralateral breast absorbed doses in patients with left-sided lumpectomy:a dosimetric comparison. *Japanese Journal of Radiology*,30:819-823
17. Cavendish JJ, Berman BJ, Schnyder G, et al (2004) Concomitant coronary and multiple arch vessel stenoses in patients treated with external beam radiation: pathophysiological basis and endovascular treatment. *Catheeter Cardiovasc Interv.* 62:385-390.
18. Jin GH, Chen LX Deng XWet al (2013) A comparative dosimetric study for treating left-sided breast cancer for small breast size using five different radiotherapy techniques: Conventional tangential field, filed-in-filed, Tangential-IMRT, Multi-beam IMRT and VMAT, *Radiation Oncology*, 20138:89
19. Becker-Schiebe M, Stockhammer M, Hoffmann W, Wetzel F, Franz H. (2016) Does mean heart dose sufficiently reflect coronary artery exposure in left-sided breast cancer radiotherapy Influence of respiratory gating. *Strahlenther Onkol* 192: 624-31.
20. Lind PA, Wennberg B, Gagliardi G, Fornander T. (2001) Pulmonary complications following different radiotherapy techniques for breast cancer, and the association to irradiated lung volume and dose. *Breast Cancer Res Treat* ;68(3):199-210.
21. Lind PA, Marks LB, Hardenbergh PH et al. (2002) Technical factors associated with radiation pneumonitis after local regional radiation therapy for breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.*;52:137-43.
22. Senkus-Konefka E, Jassem J. (2006) Complications of breast-cancer radiotherapy. *Clin Oncol(R Coll Radiol)*18(3):229-35.
23. Popescu CC, Olivetto IA, Beckham WA et al (2010) Volumetric modulated arc therapy improves dosimetry and reduces treatment time compared to conventional intensity-modulated radiotherapy for locoregional radiotherapy of left-sided breast cancer and internal mammary nodes, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys* 76(1): 287-295.
24. Grantzau, T., Mellekjaer, L. & Overgaard, J. (2013). Second primary cancers after adjuvant radiotherapy in early breast cancer patients:a national population based study under the Danish Breast Cancer Cooperative Group (DBCG). *Radiother Oncol.* 106, 42-49

25. Yavař , Yavař G, Acar, Ata  (2014) Meme kanseri tanısı ile gğs duvarına radyoterapi uygulanan hastalarda iki farklı tekniğin karşılaştırılması 24:99-104
26. Feng MD, Moran JN, Koelling T (2009) Development and Validation of a Heart Atlas to Study Cardiac Exposure to Radiation Following Treatment For Breast Cancer Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.10.1016/10.058