




Radyoterapi Alan Sol Meme Kanseri Hastalarında Gönüllü Derin Nefes Tutma ve Serbest Solunum Teknikleri Uygulamalarının Dozimetrik Olarak Karşılaştırılması

Dosimetric Comparison of Voluntary Deep Breath-Holding and Free Breathing Techniques in Left Breast Cancer Patients Receiving Radiotherapy

Savaş B. ¹, Göçen F. ², Nalbant B. ³

¹ Medideal Medikal Projeler ve Çözümler A.Ş., Medikal Fizik Departmanı, İstanbul, Türkiye.

² Onkomer Özel Onkoloji Merkezi, İzmir, Türkiye.

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Tıp AD, İzmir, Türkiye.

Corresponding author / Sorumlu Yazar:

Berna Savaş, Medideal Medikal Projeler ve Çözümler A.Ş., Medikal Fizik Departmanı, İstanbul, Türkiye.
bernalbant@gmail.com

ÖZET

Bu retrospektif çalışmanın amacı, sol meme kanseri tedavisinde modern tekniklerden olan gönüllü derin nefes tutma (DIBH) ve serbest solunum (FB) tekniklerinin doz-hacim histogramları (DVH) karşılaştırılarak DIBH tekniğinin kullanımının avantaj ve dezavantajlarının incelenmesidir. "Real-Time Position Management (RPM)" solunum takip sistemi (Varian Medical Systems, Palo Alto) aracılığıyla total doz 50 Gray (Gy) olacak şekilde günlük 2 Gy fraksiyon dozu ile tedavi planlamaları yapılmıştır. İki tekniğin DVH'leri karşılaştırılarak total akciğer, sol akciğer, kalp ve sol ön inen arter (LAD) doz değerlendirmeleri yapılmıştır. Her iki grubun kritik organ mean doz ortalamalarını karşılaştırdığımızda DIBH tekniğinde en büyük doz düşüşleri kalpte (6,7 Gy'den 2,19 Gy'e; $p=0.007$) ve LAD'de (23,28 Gy'den 12,42 Gy'e; $p=0.007$) görülmüştür. Hacimsel bakımından DIBH ve FB teknikleri için sırasıyla total akciğerde ($p=0.002$) ve sol akciğerde ($p=0.0001$) anlamlı bir artış söz konusu olmasına rağmen, mean dozu kıyaslamasında 20 Gy doz alan akciğer hacmi (V20) değerlendirmesinde total akciğerde ($p=0.508$) ve sol akciğerde ($p=0.541$) az bir hacimsel düşüş gözlemlenmiştir. DIBH tekniği ile hedefin doz sarımından ödün vermeden kalp, LAD ve akciğer dozları bakımından avantaj elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Derin nefes tutma, Sol meme kanseri, Doz volüm histogramı.

ABSTRACT

The aim of this prospective study is to examine the advantages and disadvantages of using DIBH technique by comparing the dose-volume histograms (DVH) of voluntary deep breath holding (DIBH) and free breathing (FB) techniques that are among the modern techniques in the treatment of left breast cancer. Treatment plans were made with a total dose of 50 Gy, as to be a daily fraction of 2 Gy through the "Real-Time Position Management Respiratory Gating System" (RPM) system. When we compared the mean critical organ doses in both groups, the largest dose reductions in the DIBH technique were observed in the heart (6,7 Gy to 2,19 Gy; $p=0.007$) and LAD (23,28 Gy to 12,42 Gy; $p=0.007$). When the DIBH and FB techniques are concerned, although there was a significant increase in the total lung ($p=0.002$) and the left lung ($p=0.0001$) in terms of volume; in the comparison made about mean doses, the volume of the lung (V20) that received a dose of 20 Gy, a small volumetric decrease was observed in the total lung ($p=0.508$) and the left lung ($p=0.541$). With the DIBH technique, advantage has been obtained in terms of heart, LAD and lung doses without compromising the dose of the target.

Keywords: Deep breath holding, Left breast cancers, Dose volume histogram.

Received/Geliş:10/05/2021
Accepted/Kabul:30/05/2021

GİRİŞ

Meme kanseri, dünyada ve Türkiye’de kadınlarda en sık görülen ve en sık ölüm nedeni olan kanserlerdendir. Bu çalışmanın yapıldığı 2014 senesinde yayınlanan World Cancer Report’a göre meme kanseri tüm dünya genelinde kadınlarda en sık görülen kanserdir. Tahmini sayısı 1,67 milyon iken günümüzde en son 2020’de yayınlanmış verilere göre 2,26 milyona ulaşmış durumdadır [1,2]. Türkiye’de 2019 yılında yayınlanan verilere göre yeni tanı konulan meme kanseri hasta sayısı 22,500 olarak hesaplanmıştır [3].

Meme kanserinde radyoterapi hem sağkalım hem de lokal kontrol açısından önemli bir rol oynar [4]. Buna karşılık farklı derinliklerde ve geometrilere hedef hacimler oluşturması sebebiyle ışınlanması gereken bölgenin anatomik yapısına bağlı olarak birçok teknik zorluklar içermektedir [5,6]. Ayrıca uzun dönem etkilerine bakıldığında ikincil kanser veya kalp hasarlarına neden olabildiği görülmüştür [7]. Bu sebepten meme kanserinden sağ kalımları artırmak için uzun dönem yan etkileri dikkate almak gerekir.

Meme radyoterapisinde özellikle sol meme ışınlamalarında radyasyon alanına yakınlığı nedeniyle kalp, istenmeyen doza maruz kalır. Bu istenmeyen doz meme radyoterapi almış hastaların radyoterapi dışı ölüm riskini %1 oranında artırır [8]. Kalbin ortalama radyasyon dozu, kalbe bağlı ölümler ve koroner olaylar ile ilişkilidir [4,9]. Kalp için minimum doz eşikine göre risk barındırmayan her bir ortalama 1 Gray (Gy) doz, %4-7 oranında kalp hasarı ve koroner olaylara sebep oluyor [4]. Aşırı kardiyak morbidite ve mortalite riskinin olmadığı eşik doz için kanıt yoksa hem kalbe hem LAD’ye verilen dozu hem de ışınlanan kalbin hacmini en aza indirmeye çalışmak uygun görünmektedir [10]. Ayrıca solunum hareketinin takip edilmediği tedavilerde kalbin intrafraksiyonel dozu hesaba katılmaz ve gerçek anlamda kalp dozu değerlendirmeleri yapılamadığı için de kalp organı yüksek dozlara maruz kalmaktadır [11].

Meme radyoterapi ile kalp ve LAD’nin yanı sıra sağlıklı akciğer dokusu da istenmeyen doza maruz kalmaktadır. Uzun dönem etkiler primer akciğer kanseri gelişme olasılığını artırıyor. Meme tedavisi sonrası her Gy başına %8,5 olasılıkla akciğer kanseri riski vardır. Sigara kullanımıyla bu olasılık %17,3 değerine ulaşmaktadır [12]. 475 hasta ile yapılan bir çalışmada hastaların sigara alışkanlıkları, yaşları, aldıkları kemoterapiler ve tomoksifenler göz önüne bulundurularak radyoterapiden 7 ay sonraki kontrollerinde artan yaş ve artan akciğer V20 değerlerinin akciğer komplikasyonlarını da artırdığı görülmektedir [13].

Mutlak risk nispeten düşük olmasına rağmen, meme kanseri sonrası sağ kalımların sayısını artırmak için

normal dokuları daha çok koruyan radyasyon tekniklerinin gelişimlerine gerek vardır. Hedef hacmin doz sarımından ödün vermeden kalp, akciğer ve LAD dozlarında uzun dönem etkileri azaltan DIBH tekniği bunlardan biridir [12,14]. Varian Medical Systems tarafından geliştirilen RPM sistemi, hastanın nefesini ses ve görüntü ile aktif yönlendirirken eşzamanlı olarak harici bir sistem tarafından takip edilmesi imkanı sunar. Hastanın sternum veya abdomen bölgesine yerleştirilen reflektörün vertikal yer değiştirmesiyle, hastanın nefes alma döngüsüne göre rölatif bir konum sağlar [15].

Bu teknikte uygulanan derin solunum sırasında kalp, akciğer genişlemesi ve diyafragmatik hareketler sebebiyle posterior ve inferior şeklinde hareket eder. Bu sebepten göğüs duvarı ile kalp arasındaki mesafe artar. Dolayısıyla kalbin ışınlanan alandaki hacmi de azalır. İpsilateral akciğerin ise ışınlanmış alandan uzaklaşması mümkün değildir ama nispeten ışınlanan hacim daha az olur [14,16].

Tekniğin uygulanması personel iş yükü, yeni ekipman edinme ve ekipman bakımı tedavi masraflarını artırır. Aynı zamanda bu tekniğin düzgün şekilde işleyebilmesi için işbirliği, çaba, görev ve sorumluluklar gereklidir [14].

Bu çalışmanın amacı, sol meme kanseri tedavisinde modern tekniklerden olan gönüllü derin nefes tutma (DIBH) ve serbest solunum (FB) tekniklerinin doz-hacim histogramları (DVH) karşılaştırılarak DIBH tekniğinin kullanımının avantaj ve dezavantajlarının incelenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

2013-2014 yıllarında DIBH tekniğinde sol meme radyoterapi gören toplamda 10 hastanın planları bu retrospektif çalışma için seçildi. Hastalar supine pozisyonunda ipsilateral kol yukarıda, sternumun yatay pozisyonunda olacak şekilde kişiye özel ayarlanan eğim ile karbon fiber meme bordunda uzandılar. CT simülasyonu öncesi tüm hastalara uygun DIBH seviyesini seçmek için yaklaşık 15 dakika nefes eğitimi verildi. Tüm hastalar önce 5 sn, sonrasında 5 sn aralıklarla 20 sn boyunca nefes tutma performansı gösterebildiler. Bu pratiğe klinik dışında da devam etmeleri konusunda bilgilendirildiler.

Nefes kontrollü tedavi sistemi onkoloji merkezinde bulunan RPM ile yapıldı. Bu sistemde hastanın nefes sırasında maksimum hareket eden bölgesine yerleştirilen kızılötesi reflektör hareketlerini simülasyon sırasında kaydeden, tedavi sırasında takip edilme imkanı sunan bir video sistemi mevcuttur. Reflektörün vertikal hareketleri monitörde gerçek zamanlı olarak görüntülenir. Reflektörün hareketi ile eşik aralığı seçilir. Bu eşik aralığı RPM sistemini

kullanabilmek için $\pm 2,5\text{mm}$ 'lik limit aralığında ve kişiye özeldir. Hem CT taramasında hem de tedavi sırasında hastanın nefes tutma seviyesi aynı olmalıdır. Bu sistem eşik değeri dışına çıkan nefes hareketlerinde ışın vermeyi otomatik veya manuel olarak sonlandırma imkanı vererek güvenli bir tedavi yöntemi sunar.

Çalışmada onkoloji merkezinde bulunan GE marka Optima CT580RT model tomografi cihazı kullanıldı. Hastalara hem FB hem de DIBH tekniğinde 2,5 mm kalınlığında kesitler alınarak ikişer tarama yapıldı. Set-up için referans çizgiler hasta üzerine çizildi.

Tüm konturlama ve planlama işlemleri her iki CT taramasına aynı radyasyon onkoloğu ve medikal fizik uzmanı ile Varian firmasına ait TPS Eclipse 8.6 versiyonu kullanılarak yapıldı. Konturlama işleri hedef volümler ve kritik organlar Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) kılavuzluğunda yapılmıştır. Hedef yapılarda, PTV hacminin %95'inin tanımlanan dozun %95'ini sarması (47,5 Gy), maksimum doz tanımlanan dozun %105'ni geçmemesi hedeflenmiştir. Kritik normal dokularda ise hedef, total akciğerin 20 Gy doz alan hacminin %30'dan küçük, mean dozunun 20-35 Gy'nin altında; sol akciğerin 20 Gy doz alan hacminin %10'dan küçük, mean dozunun 20 Gy'nin altında; kalp mean dozunun 26 Gy'den küçük; LAD mean dozunun 5 Gy'den olmasıdır.

Hedef için günlük 2 Gy'den 25 günlük tedavi şeması belirlenmiştir. Planlama tanjansiyel alan içinde alan (FINF) yöntemi ile 6 MV, gerektiğinde de ilave 15MV enerjili alanlar kullanılarak anizotropik analitik algoritma(AAA) ile hesaplandı. Hedef yapılar için en iyi doz sarımı, normal dokular için en düşük doz sarımı hedeflenerek çalışıldı. Her hastanın her iki planını arasında hedef sarımı, alanlar, ışın enerjileri, geometrileri bakımından sadece küçük farklılıklar kabul edildi.

Hastalar Varian Clinac IX cihazında tedavi edildiler. Tedavi öncesi portal imaj temelli "Image Guided Radiation Therapy" (IGRT) aracılığı ile CT taramasındaki referans çizgileri lazerle hizalandı. MV portal görüntüler alınarak tedavi pozisyonları doğrulandı. 3 mm'den fazla çıkan set-up farklılıklarında set up yeniden tekrarlandı. Hastalar tedaviyi uygulayan teknikerden aldıkları sesli komut yardımı ile projeksiyon aracılığıyla tedavi odası duvarına yansıtılmış görüntüdeki eşik aralığında nefeslerini tutmayı başardılar. Bu aralıkta iken RPM sistemi aktif hale geldi. 600 MU/min doz hızında 6MV ve az sayıda 15 MV enerjili ışın ile tedavileri tamamlandı. İstatistiksel analiz için Mann-Whitney U test kullanılmıştır.

BULGULAR

Her bir FB ve DIBH tekniği uygulanan planlarda kalp ve LAD için hacim ve mean; total ve sol akciğerler için hacim, mean ve V20DVH değerleri karşılaştırıldı. SPSS 18.0 programı ile istatistiksel analizler yapıldı. P-değeri için 0.05 güven aralığı seçildi.

Tablo 1' de 10 hastanın hem DIBH hem FB için total akciğer ve sol akciğer için hacim, mean doz ve V20; kalp, LAD için mean doz değerleri planlama sistemindeki DVH'den elde edilmiş olup istatistiksel olarak değerleri yer almaktadır. Total akciğer hacim ortalaması karşılaştırıldığında FB için 2277,43 cm³olan değer DIBH tekniğinde anlamlı bir fark ile artarak 4199,39 cm³olmuştur (p=0.0002). Yine total akciğerde FB, DIBH teknikleri için sırasıyla mean dozları ortalaması ise 4,53 Gy iken 4,21 Gy'e (p=0.445), V20'de ise %8,27'den %7,67'ye (p=0.508) anlamlı bir fark olmaksızın azalmıştır. Sol akciğer hacminde, total akciğerde olduğu gibi DIBH ile 1071,50 cm³'den 1662,46 cm³'e anlamlı şekilde artmıştır (p=0.001). FB, DIBH karşılaştırmasında sol akciğer mean doz ortalamalarında 9,46 Gy'den 8,71 Gy'e (p=0.445); V20'de ise 17,57'den 16,20'ye (p=0.541) azalarak istatistiksel bakımından anlamsız bir fark olmuştur. Kalp dozları kıyaslamasında FB tekniğinde mean doz ortalaması 6,70 Gy olup, DIBH tekniğinde büyük bir farkla azalarak 2,19 Gy'e düşmüştür (p=0.007). LAD mean doz ortalaması incelendiğinde FB tekniğinde 23,28 Gy olan değer DIBH tekniğinde anlamlı bir azalmayla 12,42'ye düşmüştür (p=0.0007).

Tablo 1. DIBH ve FB tekniklerinin sol meme kanseri radyoterapisi için hacim ve doz verilerinin ortalamasının karşılaştırılması.

	DIBH mean	FB mean	P-değeri
Total akciğer hacmi (cm3)	4199,39	2277,43	0.0002
Total akciğer mean doz (Gy)	4,21	4,53	0.445
Total akciğer V ₂₀ (%)	7,67	8,27	0.508
Sol akciğer hacmi (cm3)	1662,46	1071,50	0.0001
Sol akciğer mean doz (Gy)	8,71	9,46	0.445
Sol akciğre V ₂₀ (%)	16,20	17,57	0.541
Kalp mean doz (Gy)	2,19	6,7	0.007
LAD mean doz (Gy)	12,42	23,28	0.007

TARTIŞMA

Meme kanseri radyoterapisi için DIBH kullanımı hedef radyasyon dozundan ödün vermeden kritik normal dokuyu çok iyi koruma olanağı sunar [17]. Bunlardan biri nefes hareketlerinin CT taramalarındaki artefaktları azaltmasıdır. Böylece hedef ve normal doku hacimleri daha doğrudur. Bu durum hesaplanan doz dağılımlarını da daha doğru yapar ve tedavinin kalitesini artırır [18].

Sol meme kanseri hastalarında artmış kardiyak mortalite ile radyasyon arasındaki ilişki daha önceki çalışmalarda incelenmiştir. Gyenes ve arkadaşlarının araştırmaları gösteriyor ki hedef hacme tanımlanan 50 Gy'lik doza sahip standart tanjansiyel meme alanı ile ışınlanan 100 hastanın planları incelendiğinde kalbin 25 Gy ve üzeri doza maruz kaldığı, ışınlanan alandaki kalp hacminin %3 ile %21 arasında değiştiği belirtilmiştir [19,20]. DIBH tekniğinin en üstün olduğu konulardan biri, kalp ve LAD dozlarında önemli ölçüde doz düşüşlerine sebep olmasıdır. Yaptığımız çalışma sonunda kalp dozlarında %67,3 (p=0.007), LAD dozlarında ise %46 önemli ölçüde doz düşüşü bulunmuştur (p=0.007). Diğer çalışmaları inceleyecek olursak 2019'da Oenchsner ve arkadaşları da DIBH tekniğinde kalp mean dozlarında %53'lük kazanç elde etmişlerdir [21]. 2015 yılında da Joo ve ekibinin 24 hasta üzerinde yaptıkları benzer çalışmada DIBH kullanarak, ortalama kalp mean dozu 724,1 cGy'den 279,3 cGy'ye (p<0.001); LAD mean dozları ortalaması ise 4079,1 cGy'den 2368,9 cGy'e azaldığı görülmüştür (p< 0.001) [16]. 2012 yılında yapılan başka bir çalışmada sol meme radyoterapisinde DIBH ile FB teknikleri için kalp dozlarındaki V20 değerlerini karşılaştırdıklarında %7.8'den %2.3'e (p<0.0001) ; V40 değerlerinde %3,4'den %0,3'e (p<0.0001) ve mean dozda 5,2Gy'den 2,7 Gy'e (p<0.0001) büyük farkla azaldığını bulmuşlardır [22]. Benzer başka bir

araştırmada kalbin V30 değerinin %7,1'den %2,4'e (p<0.0001), mean dozunun 6,9 Gy 'den 3,9 Gy'e (p<0.001); LAD planning risk volume (PRV) dozunun 51,6 Gy'den 45,6 Gy'e (p=0.0032) ve LAD PRV mean dozunun 31 Gy'den 21,9 Gy'e (p<0.001) anlamlı bir düşüş yaptığı ve ışınlanan kalp hacminin de 36,9 cc 'den 12,1 cc'ye (p<0.0001) düştüğü yayınlanmıştır [10]. Danimarka'da yapılan bir çalışma tanımlanan dozun %50'si ve fazlasını alan kalp hacimlerinin DIBH tekniği ile %8'den %1'e, LAD hacimlerinde ise %54'den %5'e düşen oldukça iyi sonuçlara ulaşmışlardır [17].

41 hastanın radyoterapi öncesi, 3 ay ve 9 ay sonrası CT ve akciğer fonksiyonu testleri Krengli ve arkadaşlarının 2008'de yayınladıkları çalışmada karşılaştırılmıştır. 3 ay sonrasında alveolar-kılcal bariyer ve küçük hava yolu hasarlarından dolayı akciğerlerin değiştiği, 9 ay sonrasında sadece kısmi iyileşme gözlemlendiği bulunmuştur. Bu nedenle 25 Gy'den fazla doz alan akciğer hacminin azaltılması pulmoner toksisiteyi azalttığı öngörülmüştür [23]. 2019 'da Oenchsner arkadaşlarının 31 hasta ile doz-kütle histogramlarında akciğer genişlemesinin etkisini analiz etmişlerdir. Güçlü nefesi olan hastalarının bu teknikten daha çok fayda sağladıklarını gözlemleyerek çalışmanın sonucunda DIBH tekniğinde hacimle ilgili %8-9'luk bir fayda olduğu sürece kütle ile ilgili bir kazanç söz konusu olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Sol akciğer mean doz değerinde belirgin bir fark gözlemlenmemişlerdir [21]. Joo ve arkadaşlarının buldukları sonuca göre 20 Gy ve üzeri, 40 Gy ve üzeri doz alan ipsilateral akciğer hacmi her tedavide de %2,2 azaldı. Buna göre 10 yılda tahmini koroner olay riski FB ve DIBH'li tedaviler için sırasıyla %4,03 ve %2,55 bulunmuştur (p<0.001) [16]. Bu sebeple az da olsa doz kazancı radyoterapinin uzun dönem etkilerinde

kazanç elde etmemizi sağlar. Bizim çalışmamızda da DIBH tekniği ile hem total akciğer hem sol akciğer hacminde belirgin artışa rağmen ortalama akciğer dozlarında az bir düşüş bulunmuştur. Total akciğer mean doz ortalamasında DIBH tekniği ile %7 (p=0.445), 20 Gy doz alan akciğer hacminde %0,6 (p=0.508); sol akciğer mean doz ortalamasında %7,9 Gy (p=0.445), 20 Gy alan hacimde %1,37 (p=0.541) kazanç sağlanmıştır. Benzer sonuçlara ulaşan çalışmalar mevcuttur [10,22]. Planlarda meme, supra ve ipsilateral internal mammarian lenf nodlarının dahil olduğu hem sağ hem sol meme kanseri hastaları üzerinde Pedersen ve arkadaşları çalışma yapmışlardır. Sağ taraftaki tümörler için tanımlanan dozun %50'sinden fazla doz alan medyan ipsilateral rölatif akciğer hacmi FB, ekspirasyon durumunda nefes tutma tekniği (EBH) ve DIBH için sırasıyla %39, %49 ve %32 bulunmuştur. Sol taraftaki tümörlere karşılık gelen yüzdeler %37, %46 ve %31 bulunmuş. Sonuç olarak hem sağ hem de sol meme için DIBH tekniği kullanarak doz düşüşleri elde edilmiştir [17].

2009'da Tanguriti ve arkadaşları 148 hastalık bir çalışmada DIBH tekniğinin daha avantajlı olmasına rağmen hastaların 38'inin serbest solunumla tedavi edilmesini daha uygun bulmuşlar. FB ve DIBH yöntemlerine göre hasta yaşları (58-49.5; p=0.002), önceden var olan kalp hastalıkları (%11,-%1; p=0.02) ve akciğer hastalıkları (%13-%4; p=0.05), alınan kemoterapiler (%42-%66; p=0.01) gibi farklılıklar yöntem seçimini etkilemiştir [24].

2013'de sağ ve sol meme hastalarında Verhoven ve arkadaşları prone tekniğini de ilave ederek DIBH, FB ve prone pozisyon tedavilerini kritik organların aldıkları dozlar bakımından karşılaştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonunda supine pozisyonda DIBH tekniğinde kalp dozu ve LAD dozu düşürmede üstün bir yöntem olduğunu; akciğer dozlarında en iyi doz düşüşünün de prone yatış yöntemi ile olduğunu bulmuşlardır. Her iki tedavi yönteminin kendine göre avantajları ve dezavantajları olduğu için her kliniğin, karar vermede farklı pozisyonların artılarını ve eksilerini dengelemelerini tavsiye etmişlerdir [25].

Akciğer genişlediğinde yoğunluğu azalır. Düşük yoğunluktaki akciğer dozu hesaplamaları tartışmalıdır. Akciğer yoğunluğu düzeltmeleri yapan tedavi planlama sistemleri tarafından bu durum zorluk içermektedir. Bu da DIBH için belirsizlik oluşturmaktadır [26]. Fogliata ve arkadaşları farklı solunum fazlarındaki algoritmaları incelediklerinde çalışmamızda kullandığımız AAA algoritmasını akciğerdeki tüm yoğunluk aralıklarında oldukça kararlı bulunmuştur [27].

Ayrıca tedavilerde ses koçluğu yapılarak kurulan iletişim hastayı yalnız hissetmiyor ve sakinleştiriyor. Bunun yanı sıra tedavi odasında bulunan projektör ile hasta nefes hareketlerini görebilme imkanına sahip oluyor. Bu da hastayı tedavi tekniğinin uygulanmasına dahil olmasını sağlıyor. Tüm bu görsel-işitsel yöntem tedaviler arası set-up farklılıklarının azaltılmasını böylece tedavinin daha doğru ve daha kısa sürede uygulanmasını sağlar. Ayrıca istenmeyen doku ışınlanmasının önüne geçmek için nefesin eşik aralığı dışına çıkması durumunda ışını keserek güvenli bir tedavi sunar [17,28].

SONUÇ

Tüm bu çalışmanın sonucu olarak DIBH tekniği için, ekstra donanım gerekliliği, hasta set-up süresinin ortalama 6 dakika kadar uzaması ve hastalara nefes tutma kontrolü eğitimi için gereken süre göz ardı edilirse, kalp ve LAD dozlarındaki belirgin düşüş nedeniyle oldukça üstün bir tekniktir. Bu teknikte akciğer dozlarından kazanç az da olsa uzun dönem etkiler söz konusu olduğunda kritik organlar bakımından avantajlı bir seçenektir. CT görüntülerindeki artefaktları azaltması, hasta ile işbirliği içinde tedavi imkanı sunması ve eşik aralığı dışında ışınlanmanın durması gibi sebeplerden dolayı daha doğru ve daha güvenli bir yöntemdir. İstisnai durumlarda bazı hastaların anatomik yapısı nedeniyle DIBH tekniğinde akciğer dozları sınırın üzerinde çıktığından dolayı tercih edilmeyebilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamızda bilgilerimizi ve desteklerini esirgemeyen Uzm. Fiz. Alpay Levent'e ve Uzm. Fiz. Sanaz Hendi'ye en içten teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, et al. Cancer statistics for the year 2020: An overview. *Int J Cancer*. n/a(n/a). doi:https://doi.org/10.1002/ijc.33588
2. Stewart BW, Wild CP. *World Cancer Report 2014*; 2014. Accessed May 6, 2021. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1978030>
3. Department of Surgery, Istanbul University Istanbul School of Medicine, Istanbul, Turkey, Ozmen V, Ozmen T, Department of Surgery, University of Miami Miller School of Medicine, Jackson Memorial Hospital, Florida, USA, Dogru V, Department of Surgery, Akdeniz University

- School of Medicine, Antalya, Turkey. Breast Cancer in Turkey; An Analysis of 20.000 Patients with Breast Cancer. *Eur J Breast Health*. 2019;15(3):141-146. doi:10.5152/ejbh.2019.4890
4. Bergom C, Currey A, Desai N, Tai A, Strauss JB. Deep Inspiration Breath Hold: Techniques and Advantages for Cardiac Sparing During Breast Cancer Irradiation. *Front Oncol*. 2018;8:87. doi:10.3389/fonc.2018.00087
 5. E. O. Göksel, "Meme Kanserinde Radyoterapi Planlama Teknikleri "Becerir B, Alkaya F, editör. *Radyoterapi Fiziği*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2020, pp.587-588.
 6. Çetintaş Ks, Altay A. Meme Kanseri Radyoterapisinde Simülasyon ve İmmobilizasyon. Haydaroğlu A, editör. *Meme Kanserinde Modern Radyoterapi Uygulamaları*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları, 2014;115-23.
 7. Taylor C, Correa C, Duane FK, et al. Estimating the Risks of Breast Cancer Radiotherapy: Evidence From Modern Radiation Doses to the Lungs and Heart and From Previous Randomized Trials. *J Clin Oncol*. 2017;35(15):1641-1649. doi:10.1200/JCO.2016.72.0722
 8. Effects of radiotherapy and of differences in the extent of surgery for early breast cancer on local recurrence and 15-year survival: an overview of the randomised trials. *The Lancet*. 2005;366(9503):2087-2106. doi:10.1016/S0140-6736(05)67887-7
 9. Darby SC, Ewertz M, McGale P, et al. Risk of Ischemic Heart Disease in Women after Radiotherapy for Breast Cancer. *N Engl J Med*. 2013;368(11):987-998. doi:10.1056/NEJMoa1209825
 10. Hayden AJ, Rains M, Tiver K. Deep inspiration breath hold technique reduces heart dose from radiotherapy for left-sided breast cancer: DIBH for left breast radiotherapy. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2012;56(4):464-472. doi:10.1111/j.1754-9485.2012.02405.x
 11. Tezcanli EK, Goksel EO, Yildiz E, et al. Does radiotherapy planning without breath control compensate intra-fraction heart and its compartments' movement? *Breast Cancer Res Treat*. 2011;126(1):85-92. doi:10.1007/s10549-010-1306-0
 12. Wong JS. Risk of second primary lung cancer in women after radiotherapy for breast cancer. *Breast Dis Year b Q*. 2015;26(1):78-79. doi:10.1016/j.breastdis.2015.01.031
 13. Lind PARM, Wennberg B, Gagliardi G, Fornander T. Pulmonary complications following different radiotherapy techniques for breast cancer, and the association to irradiated lung volume and dose. *Breast Cancer Res Treat*. 2001;68(3):199-210. doi:10.1023/A:1012292019599
 14. Czeremszyńska B, Drozda S, Górzyński M, Kępka L. Selection of patients with left breast cancer for deep-inspiration breath-hold radiotherapy technique: Results of a prospective study. *Rep Pract Oncol Radiother*. 2017;22(5):341-348. doi:10.1016/j.rpor.2017.05.002
 15. Walston S, Quick AM, Kuhn K, Rong Y. Dosimetric Considerations in Respiratory-Gated Deep Inspiration Breath-Hold for Left Breast Irradiation. *Technol Cancer Res Treat*. 2017;16(1):22-32. doi:10.1177/1533034615624311
 16. Joo JH, Kim SS, Ahn SD, et al. Cardiac dose reduction during tangential breast irradiation using deep inspiration breath hold: a dose comparison study based on deformable image registration. *Radiat Oncol*. 2015;10(1):264. doi:10.1186/s13014-015-0573-7
 17. Pedersen AN, Korreman S, Nyström H, Specht L. Breathing adapted radiotherapy of breast cancer: reduction of cardiac and pulmonary doses using voluntary inspiration breath-hold. *Radiother Oncol*. 2004;72(1):53-60. doi:10.1016/j.radonc.2004.03.012
 18. Stranzl H, Zurl B. Postoperative Irradiation of Left-Sided Breast Cancer Patients and Cardiac Toxicity: Does Deep Inspiration Breath-Hold (DIBH) Technique Protect the Heart?*. *Strahlenther Onkol*. 2008;184(7):354-358. doi:10.1007/s00066-008-1852-0
 19. Gyenes G, Rutqvist LE, Liedberg A, Fornander T. Long-term cardiac morbidity and mortality in a randomized trial of pre- and postoperative radiation therapy versus surgery alone in primary breast cancer. *Radiother Oncol*. 1998;48(2):185-190. doi:10.1016/S0167-8140(98)00062-0
 20. Sixel KE. Deep inspiration breath hold to reduce irradiated heart volume in breast cancer patients. 2001;49(1):6.
 21. Oechsner M, Düsberg M, Borm KJ, Combs SE, Wilkens JJ, Duma MN. Deep inspiration breath-hold for left-sided breast irradiation: Analysis of dose-mass histograms and the impact of lung expansion. *Radiat Oncol*. 2019;14(1):109. doi:10.1186/s13014-019-1293-1
 22. Nissen HD, Appelt AL. Improved heart, lung and target dose with deep inspiration breath hold in a large clinical series of breast cancer patients.

- Radiother Oncol. 2013;106(1):28-32. doi:10.1016/j.radonc.2012.10.016
23. 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.* 2008;70(5):1460-1467. doi:10.1016/j.ijrobp.2007.08.050
24. Tanguturi S, Lyatskaya Y, Chen YH, et al. Prospective Assessment of Deep Inspiration Breath Hold Using 3-Dimensional Surface Tracking for Irradiation of Left-Sided Breast Cancer. *Int J Radiat Oncol.* 2015;93(3):E4. doi:10.1016/j.ijrobp.2015.07.554
25. Verhoeven K, Sweldens C, Petillion S, et al. Breathing adapted radiation therapy in comparison with prone position to reduce the doses to the heart, left anterior descending coronary artery, and contralateral breast in whole breast radiation therapy. *Pract Radiat Oncol.* 2014;4(2):123-129. doi:10.1016/j.prr.2013.07.005
26. Zurl B, Stranzl H, Winkler P, Kapp KS. Quantitative Assessment of Irradiated Lung Volume and Lung Mass in Breast Cancer Patients Treated with Tangential Fields in Combination with Deep Inspiration Breath Hold (DIBH). *Strahlenther Onkol.* 2010;186(3):157-162. doi:10.1007/s00066-010-2064-y
27. Fogliata A, Nicolini G, Vanetti E, Clivio A, Winkler P, Cozzi L. The impact of photon dose calculation algorithms on expected dose distributions in lungs under different respiratory phases. *Phys Med Biol.* 2008;53(9):2375-2390. doi:10.1088/0031-9155/53/9/011
28. Vikström J, Hjelstuen MHB, Mjaaland I, Dybvik KI. Cardiac and pulmonary dose reduction for tangentially irradiated breast cancer, utilizing deep inspiration breath-hold with audio-visual guidance, without compromising target coverage. *Acta Oncol.* 2011;50(1):42-50. doi:10.3109/0284186X.2010.512923