

Paranasal Sinüs Görüntülemeye 320-Sıralı Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Düşük Doz ve Yüksek Kalitede Görüntü Elde Edebilir miyiz?

Can We Obtain Low-Dose and High Quality Images Using 320-Row Multidetector Computed Tomography in Paranasal Sinus Imaging?

Berhan Pirimoğlu* ve Recep Sade

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı, Erzurum

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda son teknoloji 320-sıralı multidedektör bilgisayarlı tomografi (BT) kullanarak paranasal sinüs görüntülemeye düşük doz ve yüksek kalitede görüntü elde edip edemeyeceğimizi fantom düzeneği üzerinden değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Günlük rutin uygulamada kullanılan standart paranasal görüntüleme protokolünün de dahil olduğu farklı tüp voltaj (135, 120, 100, 80 kV) ve akım (150, 100, 50, 25, 10 mA) değerleri kullanarak toplam 20 farklı protokole fantom görüntüleri elde edildi. Doz ölçümleri CTDIvol (volume CT dose) ve DLP (dose-length product) değerleri üzerinden gerçekleştirildi. İki ayrı radyolog tarafından birbirinden bağımsız olarak 1 ile 5 arası toplam beş puanlık bir skala (1: non-diagnostik – 5: mükemmel görüntü kalitesi) kullanılarak toplam 20 adet paranasal bölge fantom BT çekimlerinin görüntü kalitesi değerlendirildi.

Bulgular: En düşük doz 80 kVp ve 2.5 mAs (CTDIvol: 0.2 mGy, DLP: 2.5 mGy x cm) protokolü ile çekilen fantom görüntüde elde edildi. En yüksek doz ise 120 kVp ve 75 mAs (CTDIvol: 13.7 mGy, DLP: 191.2 mGy x cm) protokolü çekilen fantom görüntüde elde edildi ($p < 0.001$). Her iki radyolog için de görüntü kalitesi düşmeden alınabilecek en düşük doz protokolü 135 kVp ve 5 mAs ile elde edildi. Bu protokol için her elde edilen CTDIvol değeri 1.2 mGy ve DLP değeri 16.9 mGy x cm olarak bulundu ($p < 0.001$).

Sonuç: Çalışmamızda 135 kVp ve 5 mAs ile elde ettiğimiz düşük doz paranasal BT protokolünü rutin uygulamada görüntü kalitesi üzerinde herhangi bir kayıp olmadan kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Düşük doz, paranasal görüntüleme, fantom, multidedektör BT

ABSTRACT

Objective: To evaluate the obtaining of low-dose and high quality images in the paranasal sinus computerized tomography (CT) imaging using 320-row multidetector CT technique on phantom study.

Materials and methods: Twenty phantom examinations were conducted with different settings of the tube voltage (135, 120, 100, 80 kV) and current. Dose measurements were derived from the study protocol as volume CT dose index (CTDIvol) and dose-length product (DLP). Image qualities of all the phantom images were assessed using a five-point scale (1: non-diagnostic to 5: excellent image quality) by observer 1 and 2.

Results: We obtained the lowest radiation dose in using 80 kVp and 2.5 mAs (CTDIvol: 0.2 mGy, DLP: 2.5 mGy x cm) phantom CT protocol and the highest radiation dose in using 120 kVp and 75 mAs (CTDIvol: 13.7 mGy, DLP: 191.2 mGy x cm) phantom CT protocol ($p < 0.001$). We revealed the lowest radiation dose in using 135 kVp and 5 mAs (CTDIvol: 1.2 mGy, DLP: 16.9 mGy x cm) with high imaging quality for observer 1 and 2 ($p < 0.001$).

Conclusion: We suggest that you can perform the 135 kVp and 5 mAs paranasal sinus CT protocol with high image quality in routine daily practice.

Key Words: Low-dose, paranasal imaging, phantom study, multidetector CT

Giriş

Bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme tekniği bugün itibariyle paranasal sinüslerin inflamatuvar patolojilerinin tanısında ilk tercih haline gelmiş

bulunmaktadır (1). Paranasal BT inceleme akut ya da kronik sinüzit tanısı ve inflamasyon uzanımının değerlendirilmesinin yanında normal ve varyasyonlu anatomik yapılar hakkında da detaylı bilgiler sunmaktadır. Özellikle endoskopik sinüs cerrahisi

öncesi anatomik yapıların değerlendirilmesi büyük önem taşıdığından paranazal sinüs BT görüntüleme günlük pratikte çok önemli yer tutmaktadır (2,3).

Paranasal BT görüntülemeye diğer BT incelemelerde olduğu gibi iyonizan radyasyona maruziyet en temel endişe kaynağını oluşturmaktadır. Özellikle optik lens ve tiroit bezi, paranasal BT görüntülemeye radyasyona en hassas anatomik bölgeler olarak karşımıza çıkmaktadır (4). ALARA (as low as reasonably achievable) prensibi çevresinde BT görüntülemeye dozu düşürmek adına tüp voltajı, gantry rotasyon zamanı ve BT dedektör teknolojisi üzerinde günümüze kadar çok sayıda çalışmalar yapılmıştır (5). Artık günümüzde BT teknolojisi 320 sıralı multidedektör görüntüleme seviyesine ulaşmış olup, bu sayede olabildiğince düşük kilovolt (kVp) ve miliamper (mA) değerleri kullanılarak yüksek kalitede görüntüler elde edilebilmektedir. 320 sıralı multidedektör tek volümetrik BT ile artık z aksında 16-cm'lik bir bölge 0,35 saniyelik bir gantry rotasyon zamanı ile görüntülenebilmektedir. Böylelikle özellikle pediatrik yaş grubu hastalarda sedasyon ihtiyacı belirgin olarak azalmakta ve radyasyon maruziyeti de belirgin olarak düşürülebilmektedir. Volümetrik BT görüntüleme ile günümüzde helikal BT incelemeye belirgin doz düşüşü sağlanabilmektedir (4,6,7).

Son yıllarda, paranasal BT görüntülemeye doz azaltma üzerine çeşitli çalışmalar mevcut olup, koroner BT anjiyografi görüntülemeye 320 sıralı multidedektör volümetrik BT teknolojisinin kullanıldığı bazı çalışmalar literatüre girmiş bulunmaktadır (3-7). Biz de bu çalışmamızda, paranasal bölge fantom görüntüler kullanarak farklı tüp voltaj (135, 120, 100, 80 kV) ve akım (150, 100, 50, 25, 10 mA) değerlerini kullanarak toplam 20 farklı protokolde çekimler yapıp imaj kalitesinin farklı dozlarda nasıl etkilendiğini araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem

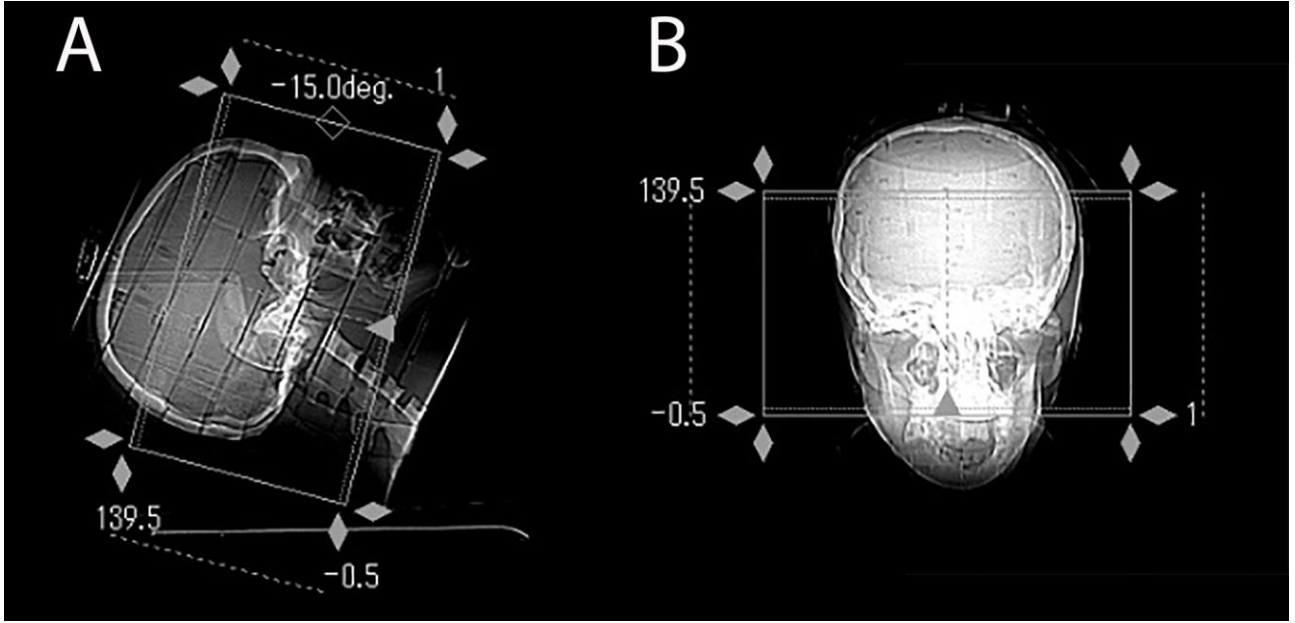
Fantom Çalışma: Mevcut fantom çalışmamız için tıp fakültemiz etik kurulundan yazılı onam alınmıştır. Çalışmamızda insan beyin yapısına yakın olarak tasarlanmış bir beyin fantomu (ATOM(®) 701-B anthropomorphic phantom (Computerized Imaging Reference Systems Inc., Norfolk, VA, Resim 1) kullanılmış olup, tüm fantom görüntüler 320 sıralı multidedektörlü BT (Aquillion ONE Vision; Toshiba Medical Systems Corporation, Otawara, Japan) ile çekim yapılarak elde edilmiştir. Tüm paranasal bölge fantom BT



Resim 1. Çalışmamızda kullanılan yetişkin insan kafa yapısına uygun fantom modeli

görüntüleri üretici firmanın da önerileri doğrultusunda 0,5 mm kesit kalınlığı, 192 x 0,6-mm kolimasyon, 0,5 saniye gantry rotasyon zamanı ve 140 mm tarama genişliğini (320 kesit x 0,5 mm) içeren parametreler kullanılarak elde edilmiştir. Raw-data görüntüler üzerinden kemik ve yumuşak doku kernelleri 3 mm aksiyel, sagittal ve koronal reformat görüntüler de elde edilmiştir. Günlük rutin uygulamada kullanılan standart paranasal görüntüleme protokolünün de dahil olduğu farklı tüp voltaj (135, 120, 100, 80 kV) ve akım (150, 100, 50, 25, 10 mA) değerleri kullanarak toplam 20 farklı protokolde fantom görüntüler elde edildi (Resim 2). Tüm doz ölçümleri CTDIvol (volume CT dose) ve DLP (dose-length product) değerleri üzerinden gerçekleştirildi. Tüm paranasal bölge fantom çekim protokolleri tablo 1'de gösterilmiştir.

Görüntü Kalitesinin Değerlendirilmesi: Tüm fantom görüntüler çekim yapıldıktan hemen sonra özel iş istasyonuna (SyngoVia VB10B, Siemens Healthcare, Forchheim, Germany) gönderildi. Paranasal BT görüntüleme üzerinde sırası ile 5 ve 3 yıllık deneyime sahip iki ayrı radyolog tarafından birbirinden bağımsız olarak 1 ile 5 arası toplam beş puanlık bir skala (1: non-diagnostik – 5: mükemmel görüntü kalitesi, Tablo 2) kullanılarak toplam 20 adet paranasal bölge fantom BT çekimlerin görüntü kalitesi değerlendirildi. Her iki radyologun mevcut fantom görüntülerin kalitesi üzerine yaptığı skorlamalar tablo 1'de gösterilmiştir.



Resim 2. A ve B`de fantom görüntüleme protokolümüzdeki çekim aralığını göstermekte.

Tablo 1. Fantom görüntüler için kullanılan protokoller, doz parametreleri, skorlamalar ve uyum değerleri tablosu

Tüp voltajı (kVp)	Tüp akımı (mA-mAs)	CTDIvol (mGy)	Dose Length Product (DLP) (mGy × cm)	Görüntü kalite skorları ve Kappa uyum değerleri		
				Radyolog 1	Radyolog 2	Radyolog 1 ve 2 arasındaki Kappa uyum değerleri
120	150-75	13,7	191,2	5	5	0,91
135	100-50	12	168,5	5	5	0,85
120	100-50	9,1	127,5	5	5	0,82
100	150-75	8,8	122,6	5	5	0,89
135	50-25	6	84,3	5	5	0,86
100	100-50	5,8	81,8	5	5	0,82
80	150-75	4,7	65,7	5	5	0,77
120	50-25	4,6	63,7	5	5	0,79
80	100-50	3,1	43,8	5	5	0,76
135	25-12,5	3	42,1	5	5	0,74
100	50-25	2,9	40,9	5	5	0,75
120	25-12,5	2,3	31,9	5	5	0,71
80	50-25	1,6	21,9	5	5	0,69
100	25-12,5	1,5	20,4	5	5	0,72
135*	10*-5	1,2	16,9	5	5	0,81
120	10-5	0,9	12,7	5	5	0,52
80	25-12,5	0,8	10,9	4	3	0,49
100	10-5	0,6	8,2	3	3	0,33
80	10-5	0,3	4,4	3	2	0,27
80	5-2,5	0,2	2,5	1	1	0,22

Tablo 2. Fantom görüntülerin değerlendirilmesinde kullanılan toplam 5 puanlık skorlama sistemi

1	Non-diagnostik
2	Gürültü ve artefakt nedeniyle oluşan sınırlı diagnostik görüntü kalitesi
3	Orta derecede diagnostikgörüntü kalitesi
4	İyi diagnostik görüntü kalitesi
5	Mükemmel diagnostik görüntü kalitesi

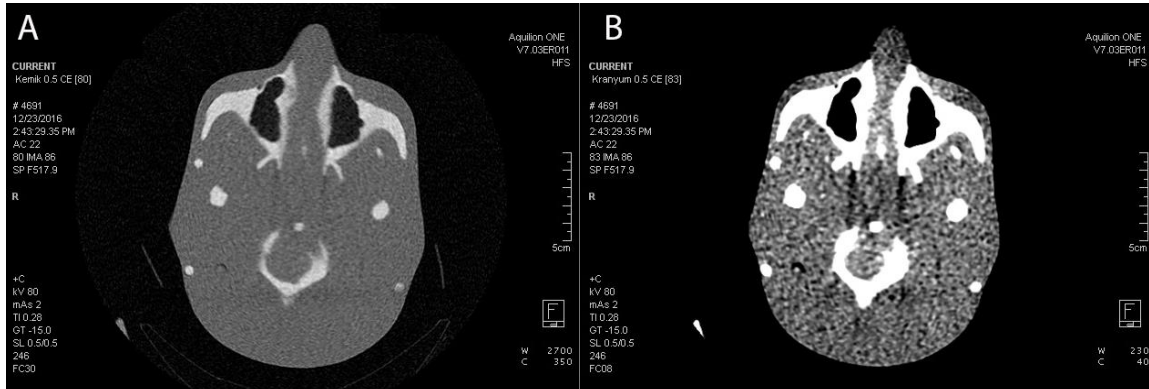
Efektif Radyasyon Dozu Hesaplama: Tüm fantom görüntülemelerden elde edilen DLP verileri kullanılmış olup, mevcut DLP verileri bir k sabiti ($k=0,0021\text{mSv} / [\text{mGy cm}]$) ile çarpılarak miliSievert (mSv) cinsinden efektif radyasyon dozları elde edildi (8). Ayrıca efektif radyasyon dozu hesaplaması için kullanılan özel bir yazılım (Radimetrics; Bayer HealthCare, Whippany, NJ) ile de DLP ve CTDIvol dozları kontrol edilmiştir (9).

İstatistiksel Analiz: Tüm istatistiksel analizler SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Nümerik verilerin

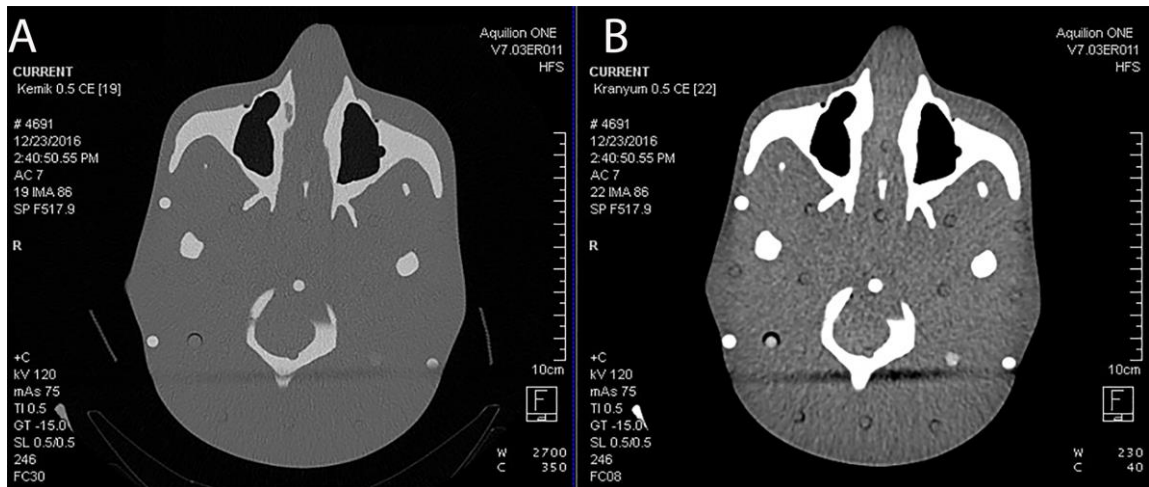
değerlendirilmesinde one-way ANOVA varyans analizi kullanıldı. Ayrıca her iki radyolog arasında da interobserver agreements (gözlemciler arası uyum) analizi de yapıldı. Bunun için Kappa analizi yapıldı. Her iki radyolog arasındaki uyumun derecesi için Kappa değerleri referans olarak kullanıldı. (< 0 , hiç uyum yok; $0-0,20$, az uyum; $0,21-0,40$, kısmen uyum; $0,41-0,60$, orta derecede uyum; $0,61-0,80$, oldukça uyum; ve $0,81-1,00$, neredeyse mükemmel uyum). P değeri $0,05$ 'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

Sonuçlar

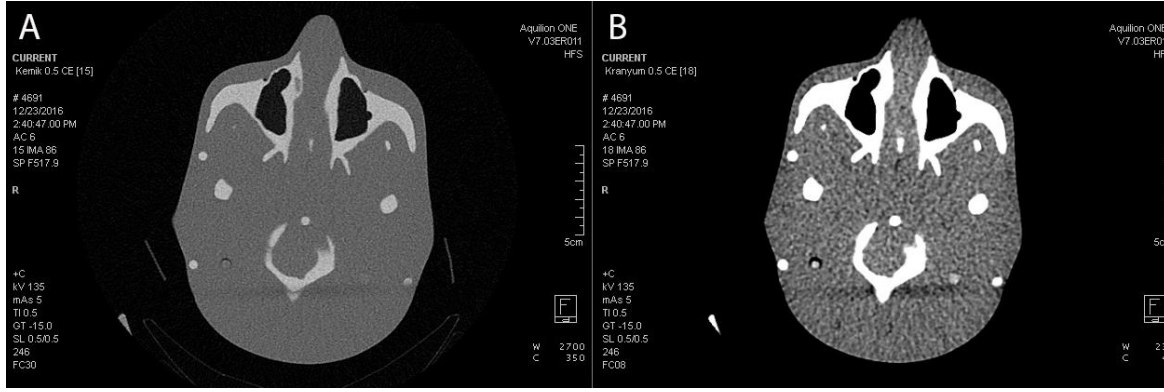
Tüm fantom görüntüler eksiksiz olarak elde edildi. En düşük doz 80 kVp ve $2,5\text{ mAs}$ protokolü ile çekilen fantom görüntüde elde edildi (Resim 3). Bu protokol ile CTDIvol değeri $0,2\text{ mGy}$ ve DLP değeri $2,5\text{ mGy x cm}$ olarak bulundu. En yüksek doz ise 120 kVp ve 75 mAs protokolü çekilen fantom görüntüde elde edildi (Resim 4). Bu



Resim 3. 80 kVp ve $2,5\text{ mAs}$ protokolü ile elde edilen yumuşak doku (A) ve kemik (B) dozu aksiyel plan fantom görüntüleri.



Resim 4. 120 kVp ve 75 mAs protokolü ile elde edilen yumuşak doku (A) ve kemik (B) dozu aksiyel plan fantom görüntüleri.



Resim 5. 135 kVp ve 5 mAs protokolü ile elde edilen yumuşak doku (A) ve kemik (B) dozu aksiyel plan fantom görüntüleri.

protokol ile CTDIvol değeri 13,7 mGy ve DLP değeri 191,2 mGy x cm olarak bulundu. Her iki protokol arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0,001$). Her iki radyolog için de görüntü kalitesi düşmeden alınabilecek en düşük doz protokolü 135 kVp ve 5 mAs ile elde edildi (Resim 5). Bu protokol için her elde edilen CTDIvol değeri 1,2 mGy ve DLP değeri 16,9 mGy x cm olarak bulundu (Tablo 1). Bu protokol için her iki radyolog arasındaki uyum (0,81) da oldukça iyi düzeyde gözlemlendi. Böylelikle görüntü kalitesini düşürmeden rutin uygulamalara göre oldukça düşük radyasyon dozu elde edilmiş oldu. 135 kVp ve 5 mAs protokol ile elde edilen radyasyon dozu rutin uygulamada kullanılan 120 kVp ve 75 mAs protokole göre oldukça düşük oranda gözlemlendi ($p < 0,001$).

Tartışma

Çalışmamızda 320-sıralı multidedektör BT üzerinde fantom çalışma düzeneğinden faydalanarak; böylelikle görüntü kalitesini düşürmeden en düşük doz 135 kVp ve 5 mAs protokolü ile elde ettik.

Paranasal sinüs BT tetkiki bugün sinüzit gibi inflamatuvar patolojilerin tanısında altın standart tanı yöntemi olarak uygulanmaktadır. Sinüs Waters radyografilerinin rutin uygulamada paranasal bölge için tatmin edici bilgiler vermediği aşikardır. Bu yüzden paranasal BT uygulamaları artık neredeyse rutin olarak uygulanmaktadır (10,11). Günümüzde BT teknolojisindeki gelişmeler ışığında neredeyse düz radyografilere yakın oranda radyasyon dozuna ulaşılabilir. Volümetrik 320-sıralı multidedektör BT teknolojisi ile z aksında 16 cm'lik bir alan tek seferde sadece 0,5 saniyede görüntülenebilmektedir. Volümetrik BT çekim tekniği helikal görüntüleme teknolojisine göre de

radyasyon dozunu azaltabilmektedir (10,12). Bu anlamda çalışmamız, paranasal sinüs BT görüntülemeye 320-sıralı multidedektör BT ile yapılan volümetrik fantom çalışması olarak literatürde bir ilk olma özelliği göstermektedir.

Paranasal bölgede olduğu gibi tim vücut bölgeleri için BT görüntülemeye günümüzde en önemli nokta olabildiğince az radyasyon dozu ile en yüksek kalitede görüntüler elde edebilmektir (13). Aksoy ve ark. (14) ikinci kuşak dual enerji multidedektör BT ile yaptıkları 60 hasta üzerindeki çalışmada; 80 kVp ve 18 mA, 80 kVp ve 126 mA, 120 kVp ve 80 mA kullanarak üç farklı BT çekim protokolünü karşılaştırmış; bu üç protokol için sırasıyla $0,019 \pm 0,0018$ mSv in group 1, $0,08 \pm 0,01$ mSv in group 2 and $0,35 \pm 0,026$ mSv radyasyon dozları elde etmişlerdir. Onlar en düşük doz 80 kVp ve 18 mA ile elde etmiş olup klinik uygulamada kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Tack ve ark. (4) 120 kVp ve 10 mAs düşük doz paranasal görüntüleme protokolü kullanarak sinüzit şüphesi bulunan 50 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, erkek hastalarda ortalama doz 0,047 mSv ve bayan hastalarda ise ortalama doz 0,051 mSv olarak elde etmişlerdir. Wuest ve ark. (5) ise 100 kVp ve 50 mAs düşük doz protokolü ile 100 kVp ve 150 mAs standart protokol arasında yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada düşük doz protokol ile radyasyon dozunu $0,04 \pm 0,002$ mSv olarak elde etmişlerdir. Biz de fantom çalışmamız üzerinden görüntü kalitesini yitirmeden multidedektör BT ile düşük doz elde edebileceğimizi göstermiş bulunmaktayız.

Çalışmamızın en bariz limitasyonu, klinik hastalar üzerinden bir araştırma yapmamış olmamızdır. Amacımız hastalarımıza uygulayacağımız en düşük radyasyon dozunu görüntü kalitesini düşürmeden elde etmek olduğu için öncelikle son teknoloji 320-sıralı multidedektör BT cihazımız ile fantom

görüntüler üzerinden farklı protokoller ile çekim yapıp en uygun protokolü belirlemektir. Bu yüzden fantom çalışma düzeneği oluşturduk. Tespit ettiğimiz 135 kVp ve 5 mAs protokol ile klinik hastalar üzerinde de etkin paranasal sinüs BT görüntüleme yapılabileceği inancındayız.

Sonuç olarak, 135 kVp ve 5 mAs ile elde ettiğimiz düşük doz paranasal BT protokolünü rutin uygulamada paranasal bölge anatomisi ve inflamatuvar patolojilerin değerlendirilmesinde görüntü kalitesi üzerinde herhangi bir kayıp olmadan rahatlıkla uygulayabileceğinizi tavsiye ediyoruz.

Kaynaklar

1. Dammann F. Imaging of paranasal sinuses today. *Radiology* 2007; 47(7):576, 578-583.
2. Duvoisin B, Landry M, Chapuis L, Krayenbuhl M, Schnyder P. Low-dose CT and inflammatory disease of the paranasal sinuses. *Neuroradiology* 1991; 33(5): 403-406.
3. Kearney SE, Jones P, Meakin K, Garvey CJ. CT scanning of the paranasal sinuses—the effect of reducing mAs. *Br J Radiol* 1997; 70(838): 1071-1074.
4. Tack D, Widelec J, De Maertelaer V, Bailly JM, Delcour C, Gevenois PA. Comparison between low-dose and standard dose multidetector CT in patients with suspected chronic sinusitis. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181(4): 939-944.
5. Wuest W, May M, Saake M, Brand M, Uder M, Lell M. Low-Dose CT of the Paranasal Sinuses: Minimizing X-Ray Exposure with Spectral Shaping. *Eur Radiol* 2016; 26 (11): 4155-4161.
6. Edward MH, Frank JR, Steigner M. CT Coronary Angiography: 256-Slice and 320-Detector Row Scanners. *Curr Cardiol Rep* 2010; 12(1): 68-75.
7. Gervaise A, Osemont B, Lecocq S, Noel A, Micard E, Felblinger J, et al. CT image quality improvement using Adaptive Iterative Dose Reduction with wide-volume acquisition on 320-detector CT. *Eur Radiol* 2012; 22(2): 295-301.
8. American Association of Physicists in Medicine. The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT. AAPM Report No. 96. College Park, MD: AAPM; 2008.
9. Radimetrics, <https://www.radiologysolutions.bayer.com/products/ct/dosemanagement/rep/Updated> June 2016.
10. Nievelstein RA, van Dam IM, van der Molen AJ. Multidetector CT in children: current concepts and dose reduction strategies. *Pediatr Radiol* 2010; 40(8): 1324-1344.
11. Chaparian A, Tavakoli I, Karimi V. Organ doses, effective dose, and radiation risk assessment in radiography of pediatric paranasal sinuses (Waters view). *Asian Biomedicine* 2013; 7(2): 695-698.
12. Podberesky DJ, Angel E, Yoshizumi TT, Toncheva G, Salisbury SR, Brody AS, et al. Comparison of radiation dose estimates and scan performance in pediatric high-resolution thoracic CT for volumetric 320-detector row, helical 64-detector row, and noncontiguous axial scan acquisitions. *Acad Radiol* 2013; 20(9): 1152-1161.
13. Schaafs LA, Lenk J, Hamm B, Niehues SM. Reducing the dose of CT of the paranasal sinuses: potential of an iterative reconstruction algorithm. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 45(7): 20160127.
14. Aksoy EA, Özden SU, Karaarslan E, Ünal ÖF, Tanyeri H. Reliability of high-pitch ultra-low-dose paranasal sinus computed tomography for evaluating paranasal sinus anatomy and sinus disease. *J Craniofac Surg* 2014; 25(5): 1801-1804.