

# Düşük doz paranazal sinüs BT incelemelerinin tanısal değeri

Kudret Metin, Arzu Arslan, Yonca Akgöz, Gür Akansel, Ercüment Çiftçi, Ali Demirci

## AMAÇ

Paranasal sinüs BT incelemelerinde hastanın aldığı radyasyon dozunu azaltmak için düşük dozda yapılan BT incelemelerinin tanısal yeterliliğini araştırmak.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Standart doz (200 mAs) koronal plan paranazal sinüs BT incelemesi yapılan 60 hastada ek olarak sınırlı sayıda (5 adet) düşük dozda (30 mAs, n=30 hasta; 60 mAs, n=30 hasta) BT kesiti alındı. Her iki düşük doz ve standart doz incelemelerinde seçilen anatomik yapıların (ünsinat proses, maksiller ostium, lamina paprisea, fovea etmoidalis, nazolakrimal kanal, etmoid infundibulum, etmoid kemik septumlar) görüntülenebilirliği ve netliği skorlandı. Her iki düşük doz grubunun skorları hem toplam, hem her anatomik yapı için ayrı ayrı değerlendirilerek standart doz grubu ile aralarındaki fark Wilcoxon signed ranks testi ile incelendi.

## BULGULAR

60 mAs grubunun standart doz grubuyla karşılaştırılmasında istatistiksel fark saptanmadı. 30 mAs grubunda lamina paprisea, fovea etmoidalis ve etmoid kemik septumların görüntü netliği standart doz grubuna göre yetersiz olup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ).

## SONUÇ

60 mAs ile düşük dozda yapılan paranazal sinüs BT incelemeleri yeterli tanısal kalitededir.

Paranasal sinüs inflamatuvar hastalıklarının tedavisinde endoskopik girişimsel tekniklerin yaygınlaşması anatomik varyasyonlar ve önemli anatomik yapılarla ilişkilerini daha ayrıntılı görüntüleme ihtiyacını doğurmuştur. Paranasal sinüsler önceleri direkt grafi ve konvansiyonel tomografi ile görüntülenirken günümüzde bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılmaktadır. BT inflamatuvar paranazal sinüs hastalıklarında, özellikle endoskopik sinüs cerrahisi adayları ve cerrahi sonrası nüks eden olgularda altın standart görüntüleme yöntemidir. MRG'ye kıyasla daha ucuz ve pratik olan BT'nin en önemli dezavantajı iyonizan radyasyondur (1). Sık tekrar edilen BT incelemelerinde hastanın, katarakt riski nedeniyle de özellikle lensin, aldığı radyasyon dozu önem kazanmaktadır (2,3). Bu çalışmada hastanın aldığı radyasyon dozunu azaltmak amacıyla düşük dozlarda yapılan incelemelerin tanı değeri araştırılmıştır.

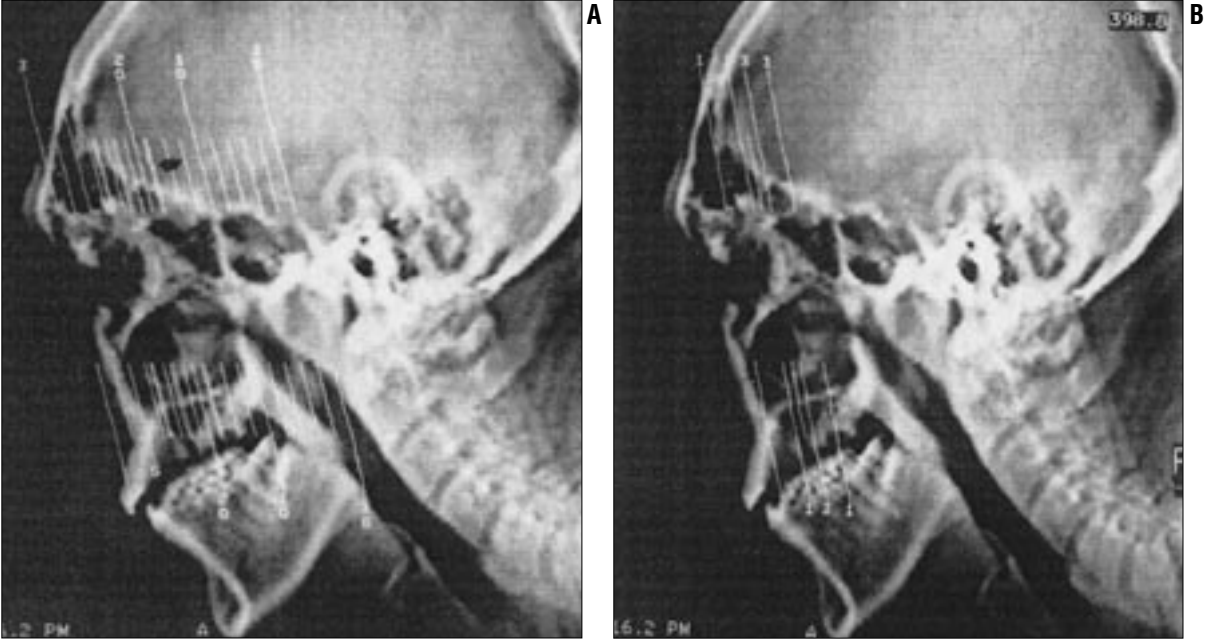
## Gereç ve yöntem

Ağustos 2000 - Temmuz 2001 tarihleri arasında anabilim dalımıza paranazal sinüs BT istemiyle gönderilen 60 ardışık hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların 34'ü kadın, 26'sı erkek olup yaş ortalaması 37,1'di. Çalışma öncesi fakültemiz etik kurulunun onayı alındı. Çalışma konusunda bilgilendirilen hastalar aydınlatılmış onam formu doldurdu. İncelemeler 1200 PQS (Picker, Cleveland) BT cihazı ile yapıldı. Hasta yüzüstü pozisyonda masaya alınarak koronal plan sağlamak için baş olabildiğince ekstansiyona getirildi. Gantriye maksimum eğim vermemize rağmen, yeterli koronal plan sağlanamayan iki hasta çalışmaya dahil edilmedi. Hastalara inceleme sırasında hareketsiz kalmalarının önemi anlatıldı. Lateral skenogram alınarak sert damağa dik koronal düzlem elde etmek için gantriye açısı verildi. Standart doz incelemelerde 60 hastaya 100 mA-2sn (200 mAs), 120 kVp ekspozur değerleri uygulandı. Tüm incelemelerimizde kemik algoritmi standart olarak kullanıldı. Düşük doz inceleme sınırlı olup helikal taramaya uygun olmaması nedeniyle, aralarında teknik fark olmaması için 200 mAs incelemelerinde de standart (non-spiral) tarama uygulandı. Frontal sinüs ön duvarından ostiomeatal birime (OMB) ve OMB bitiminden sfenoid sinüs arka duvarına kadar olan bölümler 5 mm kalınlığında ardışık kesitler ile, aradaki OMB 3 mm kalınlığında ardışık kesitler ile tarandı (Resim 1A). Düşük doz incelemeler, birinci grup 30 hastaya 30 mA-1 sn (30 mAs), ikinci grup 30 hastaya 30 mA-2 sn (60 mAs) ile diğer tüm

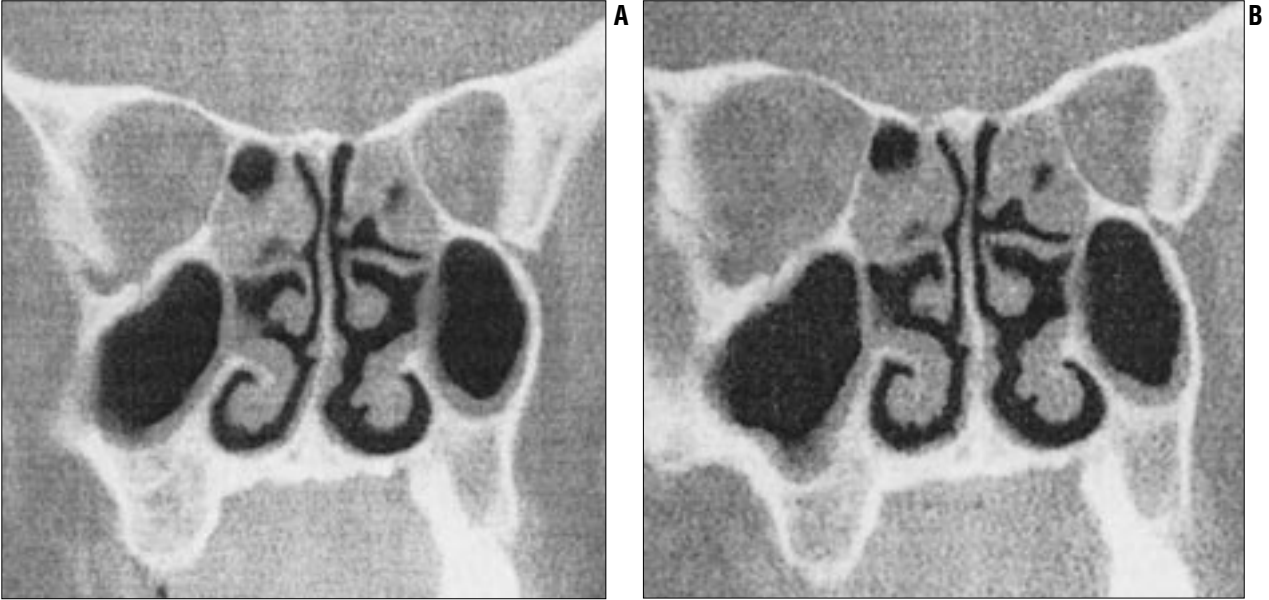
K. Metin, A. Arslan, Y. Akgöz, G. Akansel, E. Çiftçi, A. Demirci  
Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Kocaeli

22. Ulusal Radyoloji Kongresi'nde (26-31 Ekim, 2001 Antalya) poster olarak sunulmuştur.

Gelişi: 11.11.2002 / Kabulü: 04.06.2003



**Resim 1.** Lateral skenogramda standart doz (A) ve sınırlı doz (B) kesitlerin görünümü.



**Resim 2.** Etmoid sinüslerdeki havalanma kaybı nedeniyle kemik septumlarda düşük doz incelemede daha fazla olmak üzere netlik kaybı görülmektedir. (A) Standart doz (200 mAs), (B) düşük doz (30 mAs).

parametreler sabit bırakılarak uygulandı. Standart doz kesitlerin görüntüleri ekranda incelenerek önceden seçilen anatomik yapıların (ünsinat proses, maksiller ostium, lamina paprisea, fovea etmoidalis, nazolakrimal kanal, etmoid infundibulum, etmoid kemik septumlar) iyi görüntülediği kesitler saptandı. Nazolakrimal kanaldan ve posterior etmoid sinüslerden birer adet 5 mm ve OMB'den 3 mm kalınlıkta üç ardışık toplam beş kesit alındı (Resim 1B). Düşük doz kesitler

ile standart incelemedeki anatomik düzlemlerin aynı kesit kalınlığında görüntülenmesine çalışıldı. Tüm kesit görüntüleri aynı pencere değerlerinde (+2000 HU pencere genişliği, -100 HU pencere düzeyi) filme aktarıldı.

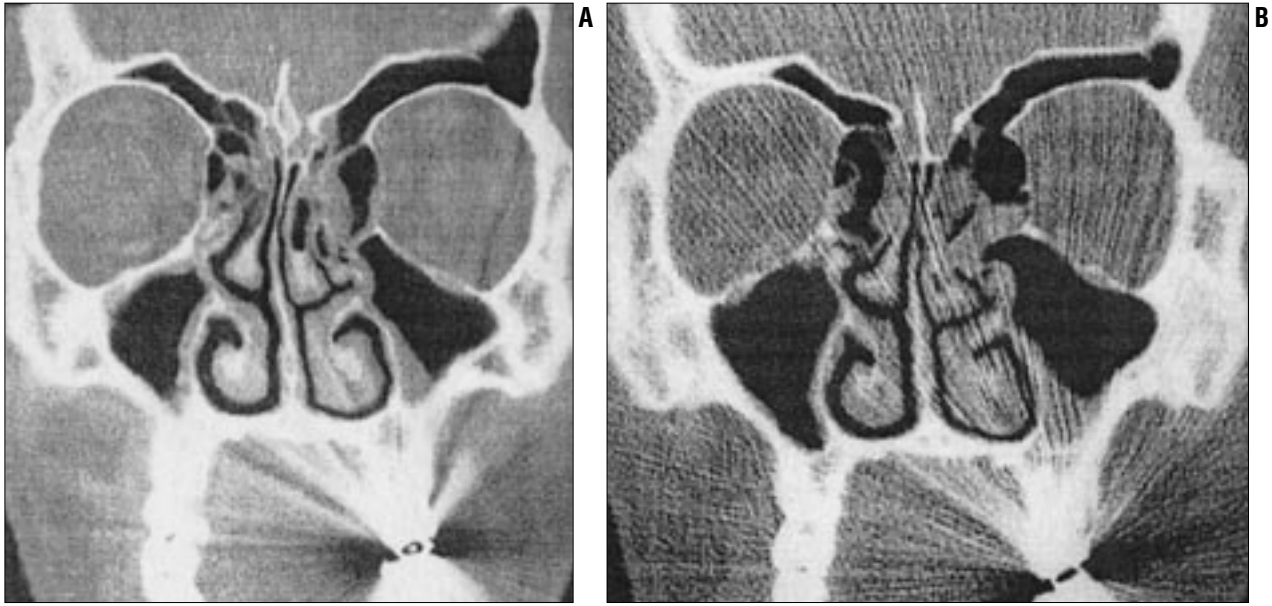
Standart ve düşük doz kesit görüntüleri iki radyolog (A.A., K.M.) tarafından anatomik yapıların görüntülenbilmesi ve netliği yönünden karşılaştırılarak değerlendirildi. Hastaların sağ ve sol anatomik yapıları aşağıdaki şekilde değerlendirilerek skorlandı.

Skor 1: Görüntü tanı için yeterli değil.

Skor 2: Görüntü net değil, ancak tanı için yeterli.

Skor 3: Görüntü net ve yeterli.

Verilerin analizinde SPSS 10.0 istatistik programı kullanıldı. Veriler parametrik test koşullarını sağlamadığından analizlerde nonparametrik testler kullanıldı. Standart ve düşük dozlardaki anatomik yapıların görüntü netliği skorları arasındaki ilişki Wilcoxon signed ranks testi ile araştırıldı.



**Resim 3.** Düşük doz incelemede dolgu artefaktları daha belirginleşip görüntüyü olumsuz olarak etkilemektedir. (A) Standart doz (200 mAs), (B) düşük doz (30 mAs).

$p < 0,05$  olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Standart incelemede hastalardan ortalama 19,1 kesit alındı. En sık rastlanan anatomik varyasyonlar agger nazi hücreleri (46/60, %77), nazal septum deviasyonu (44/60, %74) ve supraorbital hücrelerdi (17/60, %28).

Hastalar inceleme öncesinde hareketsiz kalmaları konusunda bilgilendirilmelerine rağmen standart inceleme süresince yaklaşık 15 dakika rahatsız pozisyonda kalmaları düşük doz incelemelerde kesitlerde kaymalara yol açtı. Bu durum 5 mm'lik tek kesit ile görüntülenmeye çalışılan dar bir yapı olan nazolakrimal kanalın kolayca kesit dışında çıkmasına yol açarken, diğer anatomik yapılarda daha az sorun yarattı. Nazolakrimal kanal 16 (%26,6), maksiller ostium 6 (%10), ünsinat proses 3 (%5), fovea etmoidalis ve lamina papirisea 1 (%1,6) hastada görüntülenemedi.

Birinci grupta 23 hastada maksiller sinüs, 9 hastada etmoid sinüs, 8 hastada frontal sinüs ve 5 hastada sfenoid sinüslerde; ikinci grupta 22 hastada maksiller sinüs, 11 hastada etmoid sinüs, 9 hastada frontal sinüs ve 5 hastada da sfenoid sinüslerde inflamatuvar patolojiler izlendi. Bu nedenle anatomik yapıların görüntü netliğinde ve

skorlarında kayıplar izlendi (Resim 2). Birinci gruptaki hastaların 16'sında (%53,3), ikinci grupta 17'sinde (%56,6) diş dolguları ve protezleri nedeniyle metal artefaktları vardı. Diş dolguları çizgi artefaktları nedeniyle özellikle 30 mAs kesit görüntülerin netliğinde bozulmalara yol açtı (Resim 3).

Her iki gruptaki hastaların inceleme skorları Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir. Yeterli görüntüleme sağlanamayan yapılarda skorlama yapılmamıştır. Birinci grupta 30 mAs incelemelerinde lamina paprisea ( $p=0,01$ ), fovea etmoidalis ( $p=0,01$ ) ve kemik septumların ( $p=0,00$ ) skorları standart doza göre istatistik önem gösterecek şekilde düşüktü (Resim 4).

Tüm anatomik yapılar değerlendirildiğinde, 30 mAs incelemelerde ortalama toplam skor  $5,44 \pm 0,59$  iken, 200 mAs incelemelerinde ortalama toplam skorun  $5,85 \pm 0,22$  olduğu görüldü. Aradaki fark istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı idi ( $p = 0,000$ ). İkinci grupta düşük (60 mAs) ve standart doz inceleme skorları arasında anlamlı fark saptanmadı (Resim 5).

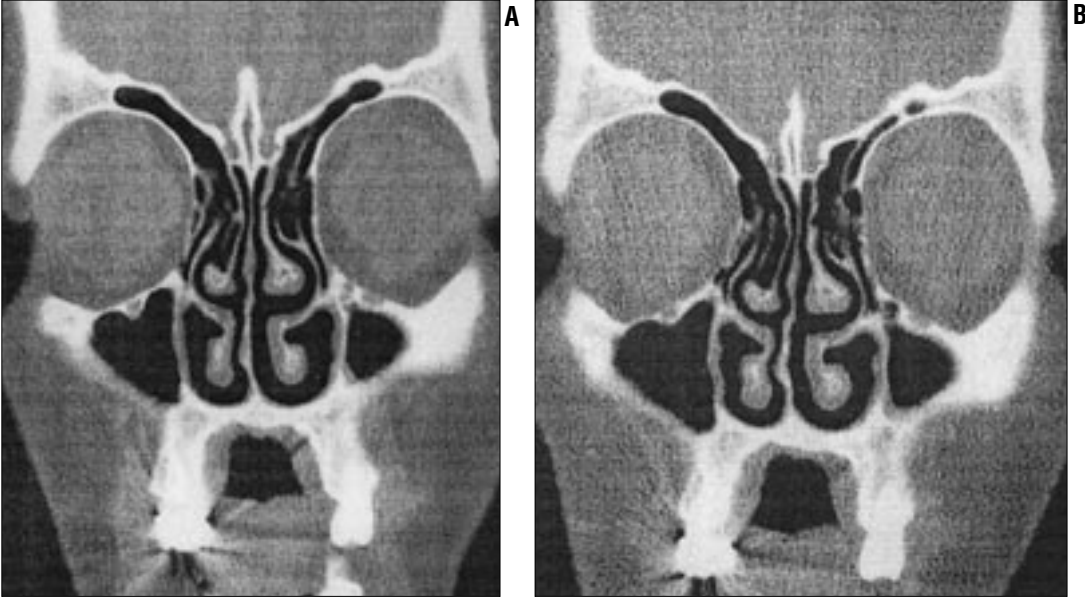
### Tartışma

Paranasal sinüslerde çok çeşitli anatomik varyasyonların bulunması ve internal karotis arter, optik sinir, anterior kranyal fossa gibi önemli yapılarla komşulukları nedeniyle özellikle endoskopik sinüs cerrahisi (ESC) için

**Tablo 1.** Birinci gruptaki anatomik yapıların düşük (30 mAs) ve standart (200 mAs) dozlarda inceleme skorları

Anatomik yapı	30 mAs		200 mAs		p
	Olgu sayısı (n)	Skor (Ort. ± S.S.)	Olgu sayısı (n)	Skor (Ort. ± S.S.)	
Ünsinat proses	29	5,59 ± 1,09	30	5,80 ± 0,61	0,06
Maksiller ostium	30	5,70 ± 0,91	30	5,83 ± 0,53	0,65
Lamina paprisea	30	5,53 ± 0,82	30	5,93 ± 0,25	0,01
Fovea etmoidalis	30	5,10 ± 1,40	30	5,73 ± 0,64	0,01
Nazolakrimal kanal	22	5,86 ± 0,47	30	5,97 ± 0,18	0,31
Etmoid infundibulum	30	5,87 ± 0,51	30	5,93 ± 0,37	0,31
Kemik septa	30	4,60 ± 1,30	30	5,80 ± 0,61	0,00
Toplam	30	5,44 ± 0,59	30	5,85 ± 0,22	0,00

Ort. ± S.S.: ortalama ± standart sapma



**Resim 4.** Bilateral lamina papyrea ve sağ fovea etmoidalis medial konturu 30 mAs düşük doz kesitte (B) net izlenmemektedir. (A) Standart doz (200 mAs), (B) düşük doz (30 mAs).

anatomik yapıların ayrıntılı olarak görüntülenmesi gerekir (4). ESC için en önemli anatomik yapılar agger nasi hücreleri, frontal reses, orta konka ve meatus, ünsinat proses, etmoid infundibulum, hiatus semilunaris, etmoid bulla, maksiller ostium, bazal lamella ve sfenoetmoidal resestir (5). Koronal plan BT kesitleri paranasal sinüs anatomisini ve OMB yapılarını ayrıntılı olarak görüntüler (6-8). Koronal kesitler sinonazal kavitenin endoskopik görüntüsüne benzediğinden ESC'de oryantasyonu kolaylaştırır (5,9-14).

Rutin paranasal sinüs BT incelemesi genellikle 120 kVp, 300-400 mAs, 2-5 mm kesit kalınlığında koronal ve aksiyel planlarda yapılır (15,16). Zinreich ve arkadaşlarının önerdiği ve yaygın olarak kullanılan BT tekniği şöyledir: 125 kVp, 450 mAs, 4 mm kesit kalınlığı ile koronal plan için yüzüstü pozisyonda infraorbitomeatal çizgiye dik olarak frontal sinüs ön duvarından sfenoid sinüs arka duvarına kadar; aksiyel plan için sırtüstü pozisyonda infraorbitomeatal çizgiye paralel olarak sert damaktan frontal sinüs sonuna kadar olan bölümler incelenir (13). Babbel ve arkadaşları (6) OMB'nin dar kanallarının 3 mm kalınlığında ince kesitlerle optimal görüntülediğini, Yousem ve arkadaşları (14) frontal sinüs ön duvarından OMB'ye kadar olan bölümün de 5 mm

kesitlerle taranmasıyla kesit sayısının azaltılabileceğini bildirmektedirler.

Hastanın aldığı radyasyon miktarı kVp ve mA değerine bağlı olup sabit kVp değerinde mA artışı ile doğru orantılı artmaktadır (17). Sık tekrar edilen BT incelemelerinde hastanın, özellikle lensin, aldığı radyasyon dozu önem kazanmaktadır. Radyasyon kataraktının sıklığı uygulanan doza, uygulama süresine ve hastanın yaşına bağlıdır. Tek doz 2 Gy veya dağılık 4 Gy genellikle lens opasifikasyonuna neden olur. Keratit, retinopati ve optik nöropati gelişmesi için çok daha yüksek doz gereklidir (13,15). Lensin radyasyon dozunun mAs değerine doğrudan bağlı olduğu bilinmektedir. Paranasal sinüslerin rutin koronal

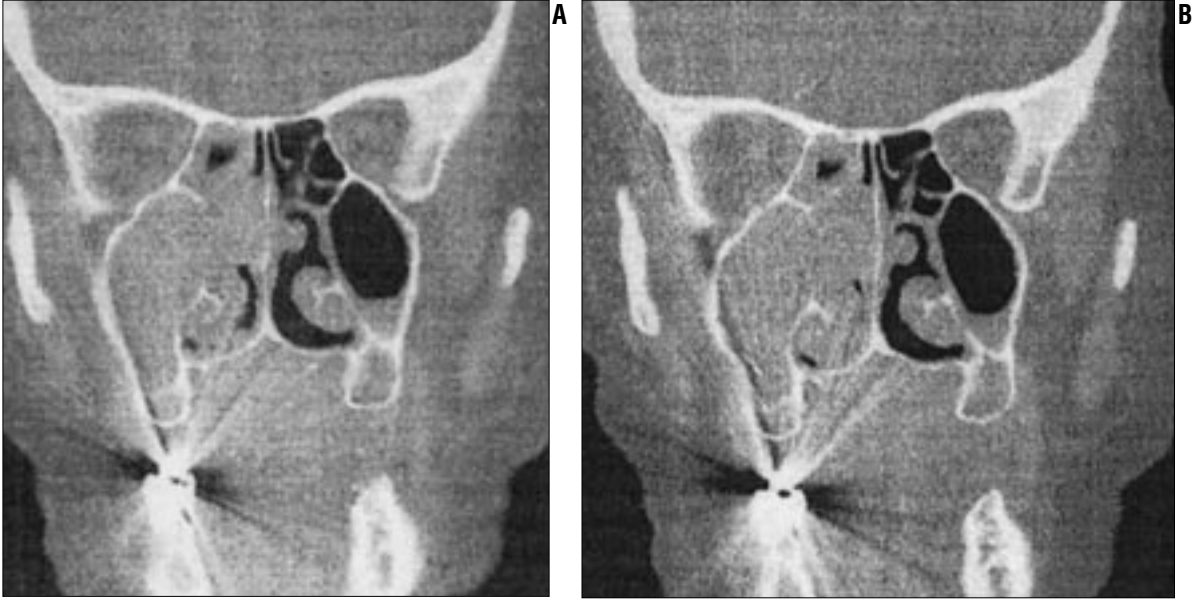
BT incelemesinde 210 mAs ve 30 mAs ile sırasıyla 17,6 mGy ve 4,7 mGy lens dozu bildirilmiştir (18). 1,5 mm kesit kalınlığıyla yapılan koronal BT'de gözün aldığı ortalama doz 0,043 Gy, direkt grafide ise 0,00085 Gy'dir (19). Hastanın BT incelemesinde aldığı doz inceleme süresiyle artmakta olup inceleme uzunluğu sınırlanarak doz azaltılabilir. Pediatrik hastalarda da sinüzit tanısında hasta dozunu azaltmak amacıyla kesit sayılarının azaltıldığı sınırlı BT incelemeleri önerilmektedir (10,20).

Düşük doz incelemenin hastaların daha az radyasyona maruz kalmasının yanında bir diğer yararı da inceleme süresinin kısalmasıdır. Koronal incelemelerde başın ekstansiyonu nede-

**Tablo 2.** İkinci gruptaki anatomik yapıların düşük (60 mAs) ve standart (200 mAs) dozlarda inceleme skorları

Anatomik yapı	60 mAs		200 mAs		p
	Olgu sayısı (n)	Skor (Ort. ± S.S.)	Olgu sayısı (n)	Skor (Ort. ± S.S.)	
Ünsinat proses	28	5,79 ± 0,63	30	5,77 ± 0,68	0,30
Maksiller ostium	27	5,96 ± 0,19	28	6,00 ± 0,0	0,30
Lamina papyrea	30	5,73 ± 0,58	30	5,83 ± 0,53	0,25
Fovea etmoidalis	29	5,69 ± 0,66	30	5,73 ± 0,64	0,65
Nazolakrimal kanal	22	6,00 ± 0,0	29	6,00 ± 0,0	0,31
Etmoid infundibulum	29	5,97 ± 0,19	30	5,93 ± 0,25	1,00
Kemik septa	30	5,77 ± 0,57	30	5,83 ± 0,53	0,48
Toplam	30	5,83 ± 0,21	30	5,87 ± 0,25	0,15

Ort. ± S.S.: ortalama ± standart sapma



**Resim 5.** Posterior etmoid sinüslerden alınan kesitlerde sinüslerde havalanma kaybı ve sağ nazal polipozis ve dolu artefaktlarına rağmen 60 mAs düşük doz incelemede (B) 200 mAs standart doza (A) göre netlik kaybı izlenmiyor.

niyle rahatsız konumda olan hastalar süre kısaltıldıkça incelemeyi daha iyi tolere etmektedir. 400-500 mAs ile yapılan koronal inceleme 16-23 mAs'a göre 4 kat uzun sürmektedir (12).

Paranasal sinüslerde kemik-hava kontrastının yüksek olması nedeniyle BT incelemeleri düşük doz kullanmaya uygundur. Aynı şekilde görüntüleri filme aktarırken hava, yumuşak doku ve kemiğin çok farklı dansitelerde oluşundan dolayı geniş ara pencere aralığı (2000 HU) kullanılmalıdır (12). Bu pencerede gürültü nadiren sorun yaratır (15). 500 hastalık bir seride kesitlerin sadece yumuşak doku veya kemik pencerede filme alınması tek başına yetersiz kalırken, tek ara pencere aralığında (yaklaşık 2500-250 HU) kemik algoritmi ile tanısal görüntüler alındığı, böylece kullanılan film sayısının azaltılabileceği gösterilmiştir (6). Literatürdeki koronal ve/veya aksiyel çalışmaların çoğunda kesitler tek geniş pencerede fotoğraflandırılmıştır (6,12,14,15,17,21,22).

Babbel ve arkadaşları (6) görüntü kalitesinin 200 mAs ile optimal olduğunu, 140 mAs düzeyine kadar görüntülerin kalitesinde kayda değer bir azalma olmadığını, daha düşük mAs değerleri kullanıldığında foton saçılması ile birlikte görüntü kalitesinde bozulma olduğunu belirtmişler ve protokollerinde 200 mAs değerini

önermişlerdir. Daha düşük mAs değerlerinin [60 mAs (15), 40 mAs (3) ve 23 mAs (12)] kullanıldığı çalışmalarda da tanı için yeterli kalitede görüntüler elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca kemik algoritmi kullanılmasıyla mAs değeri daha da azaltılabilir. Koronal planın özellikle düşük doz incelemelerde aksiyel plana üstünlüğü kabul edilmektedir. Anatomik yapıların çoğu koronal planda dik olarak kesilir. Aynı teknik parametreler kullanıldığında koronal planın aksiyel plana göre düşük doz kullanmaya daha elverişli oluşunu Marmolya ve arkadaşları (12) şu şekilde açıklamaktadır: koronal kesitlerde başın daha büyük yer kaplaması nedeniyle inceleme daha büyük görüntü alanı (FOV) ile yapılır. Büyük FOV ile daha ince filtre kullanmak mümkün olduğu için koronal kesitlerin aldığı radyasyon miktarı daha fazla olmaktadır. Ayrıca koronal düzlemde daha fazla hava ve daha az kemik yapı olduğundan radyasyon absorpsiyonu azalmakta ve düşük mAs değerlerinde bile gürültüsüz görüntüler elde edilebilmektedir. Marmolya ve arkadaşları 23 mAs ile hafif gürültü artışına rağmen tüm aksiyel ve koronal kesitlerin inflamatuvar hastalıkların değerlendirilmesinde tanısal yeterlilikte olup OMB'nin iyi görüntülediği sonucuna varmıştır. Ayrıca tümör progresyonunun izlenmesi gibi sinüzit

harici incelemelerde de benzer doz azaltılmasını önermektedirler (12).

Çalışmamızda 200 mAs ile karşılaştırılan 60 mAs görüntülerde anlamlı fark olmadığını, 30 mAs görüntülerde ise ince kemik yapılar olan etmoid kemik septa, lamina paprisea ve fovea etmoidalisin görüntü keskinliğinde kayıp saptadık. Sonuçlarımız literatürle uyumsuz görünmekle beraber çalışmalar arasında inceleme protokollerinde farklar vardır. Kearny ve arkadaşları (3) sinüs hastalığı olmayan grupta 40 ve 60 mAs ile yapılan helikal BT incelemelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında görüntü kalitesinin 40 mAs ile yeterli olduğunu belirtmektedir. Bizim çalışmamız helikal tarama ile yapılmamış ve patolojik bulgusu olan hastalar çalışma dışı bırakılmamıştır. Kemik yapıların komşuluğunda yumuşak doku, mukozal kalınlaşma ve sıvı olduğunda kontrast farkı azalır ve bu nedenle özellikle düşük doz incelemelerde kemik septum kalınlıkları ve devamlılıklarının değerlendirilmesi güçleşir. Gerektiğinde şüpheli kemik septumlardan standart dozlarda 1-2 kesit alınabilir (15).

Düşük mAs değerlerinde ışınal artefaktlara yatkınlığın arttığı, sinyal-gürültü oranında düşmeyle birlikte anatomik netlikte orta derecede bozulma olduğu bilinmektedir (14,15). Dişlere ait yoğun metalleri olan hastalar-

da, 200 mAs incelemelerinde sorun yaratan artefaktların düşük doz incelemelerde daha belirginleştiğini gözledik. Bu yüzden lateral skenogramda belirgin artefaktlara neden olabilecek dış dolgularına ait yoğun metaller görüldüğünde standart dozlarda incelemenin yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

30 mAs incelemelerde görüntü keskinliğinde gürültü artışının getirdiği kayıp inflamatuvar paranasal sinüs hastalıklarının saptanmasında önemli olmayabilir (15). Ancak görüntü keskinliğinin azalması özellikle ESC için önemli anatomik yapılar hakkında yorum hatalarına neden olabileceği göz önüne alındığında 60 mAs incelemesi daha güvenlidir. Belirgin artefakt yapabilecek dış dolgularına ait metaller olduğunda ve düşük doz incelemede sinonazal patolojisi olup ince kemik septumların net değerlendirilemediği olgularda yüksek mAs değerleri ile inceleme yapılmalıdır. Düşük doz ile yapılmış önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi tanımlanmış optimum

mAs değeri yoktur. Dış dolgu ve protezlerine bağlı artefaktlar ve inflamatuvar patolojiler gibi hastaya bağlı değişkenler de düşünüldüğünde optimal mAs seviyesinin belirlenmesindeki

zorluk açıktır. Radyolog hastasına ve çalıştığı cihazın özelliklerine uygun, yeterli tanısal kalite sağlayan en düşük mAs değerleri kullanarak uygun protokolü belirlemelidir.

#### DIAGNOSTIC EFFICACY OF LOW DOSE PARANASAL SINUS CT EXAMINATION

**PURPOSE:** Investigation of the diagnostic efficacy of low dose paranasal sinus CT examination for decreasing the patient radiation dose.

**MATERIALS AND METHODS:** A limited number of low dose CT sections (5 sections/patient; 30 mAs, n=30; 60 mAs, n=30) were performed in addition to standard dose (200 mAs) coronal paranasal sinus CT examination in 60 patients. Previously determined anatomical structures (uncinate process, maxillary ostium, lamina papyracea, fovea ethmoidalis, nasolacrimal canal, ethmoidal infundibulum, ethmoidal bony septae) were scored in terms of detectability and sharpness in both low and standard dose images. The scores of low dose groups were assessed both totally and separately for each anatomical structure, and compared with scores of the standard dose group. Wilcoxon signed ranks test was performed for comparison of the scores.

**RESULTS:** No significant difference was detected upon comparison of the 60 mAs group and the standard dose group. The diagnostic quality for the lamina papyracea, fovea ethmoidalis and ethmoidal bony septae were insufficient in the 30 mAs group compared with the standard dose group. The difference was statistically significant ( $p < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** 60 mAs-low dose paranasal sinus CT examinations have sufficient diagnostic quality.

**Key words:** • paranasal sinuses • tomography, X-ray computed • diagnosis

**TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2003; 9:321-326**

#### Kaynaklar

1. Mafee MF. Modern imaging of paranasal sinuses and the role of limited sinus computerized tomography: considerations of time, cost and radiation. *Ear Nose Throat Journal* 1994; 73:532-545.
2. Sillers MJ, Kuhn FA, Vickery CL. Radiation exposure in paranasal sinus imaging. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 112: 248-251.
3. Kearney SE, Jones P, Meakin K, Garvey CJ. CT scanning of the paranasal sinuses the effect of reducing mAs. *Br J Radiol* 1997; 70:1071-1074.
4. Rowe-Jones J, Mackay I, Colquhoun IC. Cross CT protocol for endoscopic sinus surgery. *J Laryngol Otol* 1995; 109:1057-1060.
5. Mafee MF. Endoscopic sinus surgery: role of the radiologist. *AJNR* 1991; 12:855-860.
6. Babbel R, Harnsberger HR, Nelson B, Sonkens J, Hunt S. Optimisation of techniques in screening CT of the sinuses. *AJNR* 1991; 12:849-854.
7. Som PM. CT of the paranasal sinuses. *Neuroradiology* 1985; 27:189-201.
8. Sonkens JW, Harnsberger HR, Blach GM, Babbel RW, Hunt S. The impact of screening sinus CT on the planning of func-

9. Kennedy DW, Zinreich SJ, Rosenbaum AE, Johns ME. *Arch Otolaryngol* 1985; 111:576-582.
10. Chow JM, Mafee MF. Radiologic assessment preoperative to endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 1989; 22:691-701.
11. Stammberger H. Endoscopic endonasal surgery: concepts in treatment of recurring rhinosinusitis. I. Anatomic and pathophysiologic considerations. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94:143-147.
12. Marmolya G, Wiesen EJ, Yagan R, Haria CD, Shah AC. Paranasal sinuses: low-dose CT. *Radiology* 1991; 181: 689-691.
13. Zinreich SJ, Kennedy DW, Rosenbaum AE, Gayler BW, Kumar AJ, Stammberger H. Paranasal sinuses: CT imaging requirements for endoscopic surgery. *Radiology* 1987; 163:769-775.
14. Yousem DM. Imaging of sinonasal inflammatory disease. *Radiology* 1993; 188:303-314.
15. Duvoisin B, Landry M, Chapuis L, Kraenbuhl M, Schnyder P. Low-dose CT and inflammatory disease of the paranasal sinuses. *Neuroradiology* 1991; 33:403-406.

16. Charkeres DW. Computed tomography of the ethmoid sinuses. *Otolaryngol Clin North Am* 1985; 18:29-42.
17. Melhem ER, Oliverio PJ, Benson ML, Leopold DA, Zinreich SJ. Optimal CT evaluation for functional endoscopic sinus surgery. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17:181-188.
18. Mac Lennan AC. Radiation dose to the lens from coronal CT scanning of the sinuses. *Clin Radiol* 1995; 50:265-267.
19. Sillers MJ, Kuhn FA, Vickery CL. Radiation exposure in paranasal sinus imaging. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 112:248-251.
20. White PS, Robinson JM, Stewart IA. The CT mini series; an alternative to standard paranasal sinus radiology. *Aust NZJ Surg* 1990; 60:25-29.
21. Witte RJ, Heurter JV, Orton DF, Hahn FJ. Limited axial CT of the paranasal sinuses in screening for sinusitis. *AJR* 1996; 167: 1313-1315.
22. Mantoni M, Larsen P, Hansen H, Tos M, Berner B, Orntoft S. Coronal CT of the paranasal sinuses before and after functional endoscopic sinus surgery. *Eur Radiol* 1996; 6:920-924.