

Kolorektal poliplerin ve kitlelerin saptanmasında spiral BT kolonografinin tanısal etkinliği

Aytekin Oto, B. Ahmet Değer, Işıl Koçer, Bülent Sivri, Ersan Özasan, Ataç Baykal, Berna Oğuz, Okan Akhan, Aytekin Besim

AMAÇ

Kolorektal kanser riski yüksek hasta grubunda spiral BT kolonografinin polip ve kitle saptamadaki tanısal etkinliğini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Kolorektal kanser riski yüksek 29 hastada prospektif olarak konvansiyonel kolonoskopi ile aynı günde spiral BT kolonografisi yapıldı. Foley kateterle rektumdan hastanın tolere edebileceği kadar hava verildikten sonra spiral BT kesitleri elde edildi. Bu görüntüler daha sonra üç boyutlu rekonstrüksiyon yapabilen ayrı bir konsolda aksiyel, iki boyutlu reformata ve sanal endoluminal görüntüleme yöntemleri kullanılarak değerlendirildi. Spiral BT kolonografi sonuçları konvansiyonel kolonoskopi bulguları ile karşılaştırıldı.

BULGULAR

16 hasta konvansiyonel kolonoskopide normal olarak değerlendirildi. Spiral BT kolonografide tüm kolon 26 olguda tam görüntülenebilirken konvansiyonel kolonoskopide 27 olguda bu mümkün oldu. Konvansiyonel kolonoskopide saptanan 21 lezyonun 17 tanesi spiral BT kolonografide doğru olarak saptandı (%81). 10 mm'den büyük polipoid lezyonlarda spiral BT kolonografinin duyarlılığı %92, 6-9 mm arasındaki poliplerde %75 ve 5 mm'den küçük poliplerde %50 olarak bulundu. Adenokarsinom saptanan 5 olgunun tamamı spiral BT kolonografide doğru olarak tesbit edildi. Spiral BT kolonografi işlemi sırasında hiçbir majör komplikasyon gelişmedi.

SONUÇ

Bu çalışmada yüksek riskli hasta grubunda spiral BT kolonografi polip saptamada duyarlılığı yüksek bir yöntem olarak bulunmuştur. Ancak spiral BT kolonografinin tarama testi olarak kullanılabilmesi için daha büyük hasta grupları ile kolorektal kanser için ortalama risk taşıyan gruplarda da tanısal etkinliğinin değerlendirilmesi gereklidir.

Kolorektal karsinom gelişmiş ülkelerde ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan önemli bir hastalıktır. Kolorektal kanserlerin erken tanısı hastalığın doğal seyirinin uzun olması nedeniyle önem taşımaktadır. Tarama programlarıyla henüz kansere dönüşmemiş adenomatöz polipleri ve erken dönem lokalize kanserleri saptamak ve tedavi etmek mümkündür. Bu açıdan bakıldığında kolorektal kanserler önlenebilir ve tedavi edilebilir bir hastalık olarak durmaktadır. Yapılan sayısız prospektif çalışma, vaka-kontrol çalışmaları ve prediktif çalışmalarda da çeşitli tarama stratejilerinin ve tarama testlerinin kolorektal kanser mortalitesini azalttığı kanıtlanmıştır (1-5). Gaytada gizli kan testi, tek ve çift kontrastlı baryumlu kolon grafileri, sigmoidoskopi ve kolonoskopi kolorektal kanserlerin erken tanısında kullanılan yöntemlerdir. Ancak bugüne kadar hastalar için emniyetli ve hastalar tarafından kabul gören, düşük fiyata yüksek tanısal doğruluk sağlayan bir tarama testi henüz bulunmamıştır ve bu yönde çalışmalar devam etmektedir.

Amerikan Kanser Derneği'nin 1997 yılında revize ettiği önerilerinde kolorektal kanser taramalarında tüm kolonun taranması gerekliliği önemle vurgulanmaktadır ve buna tüm kolon muayenesi adı verilmektedir (6). Bu kritere uyan kolorektal kanser tarama teknikleri konvansiyonel kolonoskopi, çift kontrastlı kolon tetkiki ve yeni gelişen bir yöntem olan spiral BT kolonografidir.

Spiral BT kolonografi ince kesit helikal bilgisayarlı tomografi (BT) ile yüksek rezolüsyonlu iki boyutlu (2B) aksiyel görüntülerin oluşturulması esasına dayanan kolonun yeni bir görüntüleme yöntemidir. Bu incelemeyle, spiral BT ile elde edilen dijital bilgi değişik bilgisayar yazılımlarıyla rekonstrükt edilerek kolonun konvansiyonel kolonoskopiye benzer üç boyutlu (3B) görüntüleri oluşturulur (7-27). Spiral BT kolonografi genel anlamda 2B ve 3B teknikleri kullanarak kolorektal polipler açısından kolon mukozasının değerlendirilmesidir. Kolon mukozaya yüzeyinin bilgisayar yardımıyla üç boyutlu endoskopik görüntülenmesine ise 'sanal kolonoskopi' adı verilmektedir (Resim 1 ve 2).

İlk çalışmalar spiral BT kolonografinin rölatif olarak güvenilir ve minimal invazif olması nedeniyle varolan diğer kolorektal kanser tarama testlerine iyi bir alternatif olacağını göstermektedir (28). Amerikan Kanser Derneği 1997 yılında revize ettiği önerilerinde kolorektal kanser taramalarında spiral BT kolonografiye gelecek vaadeden bir yöntem olarak kabul etmektedir (6).

Bizim bu çalışmadaki amacımız, kolorektal neoplazi riski yüksek

A. Oto (E), B. A. Değer, I. Koçer, B. Oğuz, O. Akhan, A. Besim
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara

B. Sivri, E. Özasan
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Gastroenteroloji Bilim Dalı, Ankara

A. Baykal
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara

Gelişi: 20.06.2000 / Kabulü: 05.07.2001

olan hasta grubunda spiral BT kolonografinin tanısal etkinliğini konvansiyonel kolonoskopiyle karşılaştırarak değerlendirmektedir.

Gereç ve yöntem

Eylül 1999-Nisan 2000 tarihleri arasında yüksek kolorektal neoplazi riski taşıyan 29 hastaya (15 erkek ve 14 kadın; ortalama yaşları 60; 7-85 yaş arası) spiral BT kolonografi yapıldı. 50 yaşından büyük hastalar, adenomatöz polip hikayesi olanlar, yakınlarda yapılan sigmoidoskopide bir veya daha fazla polip saptananlar, gaytada gizli kan pozitifliği olanlar, ailesinde kolorektal kanser hikayesi olanlar ve kolon kanserini nedeniyle opere olanlar kolorektal neoplazi yönünden yüksek riskli olarak kabul edildi. Barsak iskemisi veya obstrüksiyonu olanlar, barsaklarında önceki tetkike ait baryum olanlar ve hamile olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Teknik

Hastalara tetkik öncesi iki gün sıvı diet verildi. Tetkikten bir gün önce 90 ml fleet phospa-soda verilerek uygun barsak temizliği yapıldı. Tüm spiral BT kolonografi tetkikleri konvansiyonel kolonoskopi ile aynı gün yapıldı.

Rektuma 16 F foley sonda yerleştirildikten sonra, tüm kolon hastanın tolere edebileceği kadar oda havası ile şişirildi. Düz kas spazmı ve peristaltizmi azaltmak amacıyla 2 ml buscopan İV olarak tetkikten hemen önce yapıldı. Hasta supin pozisyonundayken abdomen ve pelvisin skenogramı elde edildi. Bu skenograma göre eğer kolonun distansiyonu yeterli değilse bir miktar daha hava verildi.

Tüm spiral BT kolonografi incelemeleri spiral BT ile yapıldı (Philips Tomoscan AVE1, 1997, Eindhoven, Hollanda). Görüntüler 5 mm kalınlık, 7.5 mm masa hareketi, 110 kV, 125 mA ve 512x512 matriks ile elde edildi. Görüntüler 2.5 mm ile rekonstrükte edildi. Spiral BT kolonografinin rektuma kadar olan kesimi tek bir nefes tutma ile yapıldı. Rektum taraması ise hasta yüzeyel solunum yaparken

elde edildi. Bu tarama, hasta pron pozisyondayken 150 ml İV kontrast madde 3-4 ml/sn hızda otomatik enjektörle verildikten sonra 70 sn gecikmeyle tekrar edildi.

Alınan görüntüler 3B rekonstrüksiyon yapabilen ayrı bir konsola aktarıldı (Easy Vision, Release 4.2).

Değerlendirme

Aksiyel 2B ve 3B endoskopik görüntüler konvansiyonel kolonoskopi dahil hastanın önceki tetkiklerinin sonucunu bilmeyen iki radyolog tarafından değerlendirildi ve her hastada son karar uzlaşma ile verildi. Aksiyel BT görüntüleri pencere genişliği 500 HÜ ve pencere seviyesi -1000'de değerlendirildi. Şüpheli yerlerde 2B reformat ve 3B endoluminal sanal kolonoskopi görüntülerinden yararlanıldı. Tüm hastalarda sanal kolonografi elde edildi. Endoluminal görüntüler 17 inçlik monitörde değerlendirildi. Tüm poliplerin yerleşim yeri, sayısı ve büyüklüğü kaydedildi.

Konvansiyonel kolonoskopi

Konvansiyonel kolonoskopiler bu konuda deneyimli tek bir gastroenterolog tarafından standart endoskop (Pentax EC-3840L video endoscope system 160 cm. kolonoskop) ile yapıldı. Tüm hastalara 3-5 mg Midazolam (Dormicum) intravenöz olarak işlem öncesi verildi. İşlem sırasında antiemistik aktiviteyi sağlamak için gerekirse Buscopan ampül İV olarak verildi. Gastroenterolog spiral BT kolonografi sonucundan haberdar değildi. Kolonun hangi segmentlerinin değerlendirilebildiği rapor edildi. Tüm lezyonlar yerleşim yerine göre bildirildi. Her bir lezyonun büyüklüğü açık biyopsi forsepsi ile karşılaştırılarak belirlendi. İşlem sırasında tüm poliplerden histolojik inceleme için biyopsi alındı.

Konvansiyonel kolonoskopi sonuçları altın standart olarak kabul edildi. Konvansiyonel kolonoskopi ile spiral BT kolonografi sonuçları her bir polipte birebir karşılaştırılarak değerlendirildi. Spiral BT kolonografide saptanan lezyon konvansiyonel kolonosko-

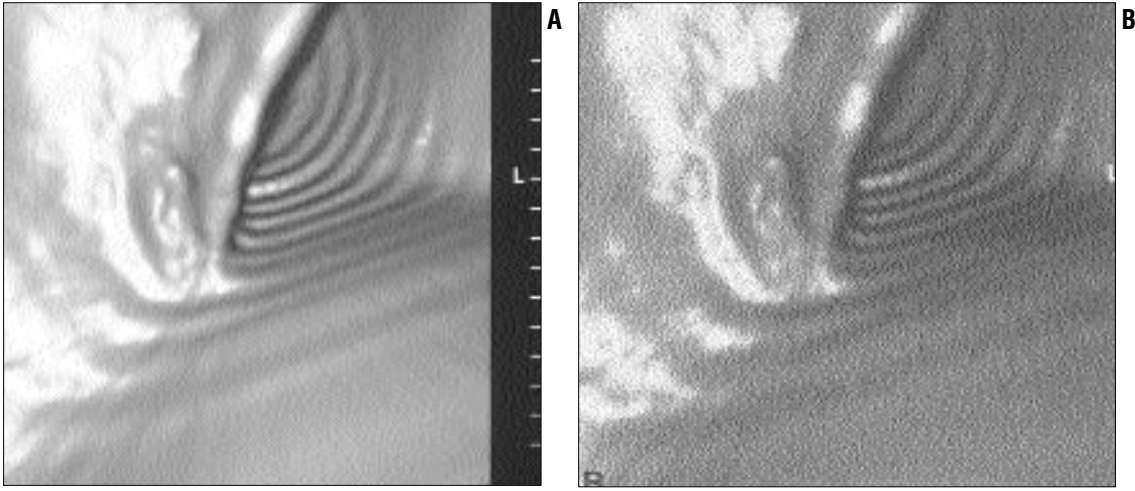
pide de saptanmışsa gerçek pozitif kabul edildi. Sanal kolonoskopi sonucu pozitif, konvansiyonel kolonoskopi sonucu negatif olgularda tekrar konvansiyonel kolonoskopi yapıldı. Anlamlılığı belirlemek için ki-kare ve Kruskal Wallis testleri kullanıldı.

Bulgular

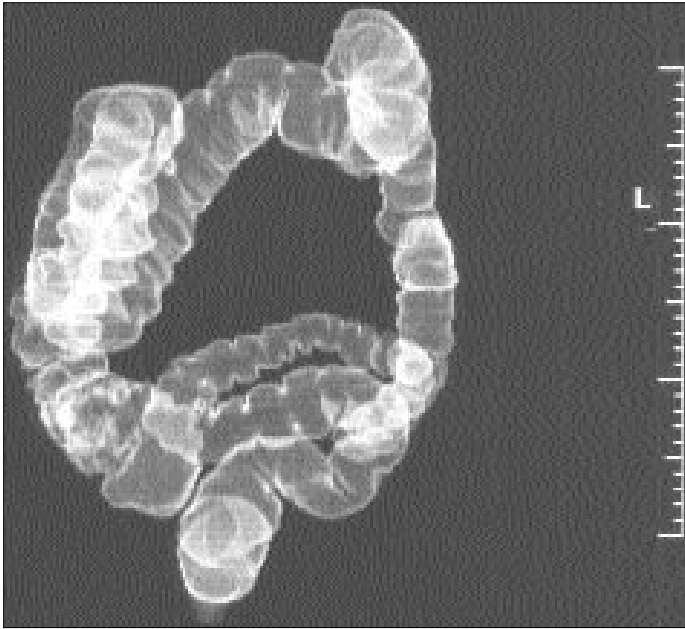
Konvansiyonel kolonoskopi

Kolorektal neoplazi riski yüksek 29 hastanın 16'sı (%55) konvansiyonel kolonoskopide normal olarak değerlendirildi. Kolonoskopide 5 hastada adenokarsinom, 7 hastada non-kanser polip ve 1 hastada insidental lipom saptandı. Adenokarsinom, adenomatöz polip, lipom saptanan hastaların ve normal olarak değerlendirilen hastaların ortalama yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Kolonoskopide saptanan lezyonların %71'i rektosigmoid bölgede yerleşmekteydi. Saptanan 21 polipoid lezyondan 13'ü (%62) 10 mm'den büyük, 4'ü (%19) 6-9 mm arasında ve 4'ü (%19) 5 mm ve daha küçüktü. Kolonoskopide saptanan 21 polipoid lezyonun histolojik incelemesinde 11'i (%52.4) adenomatöz polip, 5'i (%23.8) adenokarsinom, 3'ü (%14.3) hiperplastik polip ve 2'si (%9.5) lipom şeklindeydi (Tablo 1). 5 adenokarsinomlu olguda da lezyonların büyüklüğü 10 mm veya daha fazlaydı (Resim 3). Saptanan 3 hiperplastik polipli olguda polip boyutu 5 mm veya daha azdı. Hiperplastik poliplerin boyutu adenomatöz polipler ve adenokarsinoma göre istatistiksel olarak belirgin küçüktü ($p<0.001$). Adenokarsinomlar, adenomatöz poliplerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak daha büyüklüğe sahipti ($p<0.05$).

Konvansiyonel kolonoskopi yapılan 29 hastadan 2'sinde (%7) tüm kolon görüntülenemedi. Bir hastada tıkaçıcı lezyon nedeniyle proksimal kolon değerlendirilemezken diğer hastada ise hepatik fleksuradan ileriye geçilemedi (Resim 4). Olguların hiçbirinde konvansiyonel kolonoskopide majör komplikasyon olmadı.



Resim 1. Normal sanal endoskopik görüntüler. Transvers kolon katlantılarının siyah-beyaz (A) ve renkli (B) görüntüleri.



Resim 2. Normal sanal kolografi görüntüsü. Bu görüntü 3 boyutlu olarak istenilen projeksiyondan incelenebilir.

Sanal kolonoskopi

Konvansiyonel kolonoskopide izlenen 21 lezyonun 17 tanesi sanal kolonoskopide doğru olarak saptandı (%81). 10 mm ve daha büyük 13 lezyondan 12 tanesi (%92) doğru olarak saptanırken 10 mm'den büyük bir adet lipom saptanamadı (Resim 5-8). 6-9 mm arasındaki 4 lezyondan 3'ü (%75), 1-5 mm arasındaki 4 lezyondan 2'si (%50) sanal kolonoskopide doğru olarak saptandı. Adenokarsinom saptanan 5 olgunun tamamı sanal kolonoskopide doğru olarak tesbit edildi. 6-9 mm arasındaki saptanamayan tek lezyonun kolonun o bölgesin-

de yeterli distansiyon olmadığı için saptanamadığı anlaşıldı. Doğru olarak saptanamayan 1-5 mm arasındaki 2 lezyonun kolon katlantısı ile karıştırıldığı anlaşıldı.

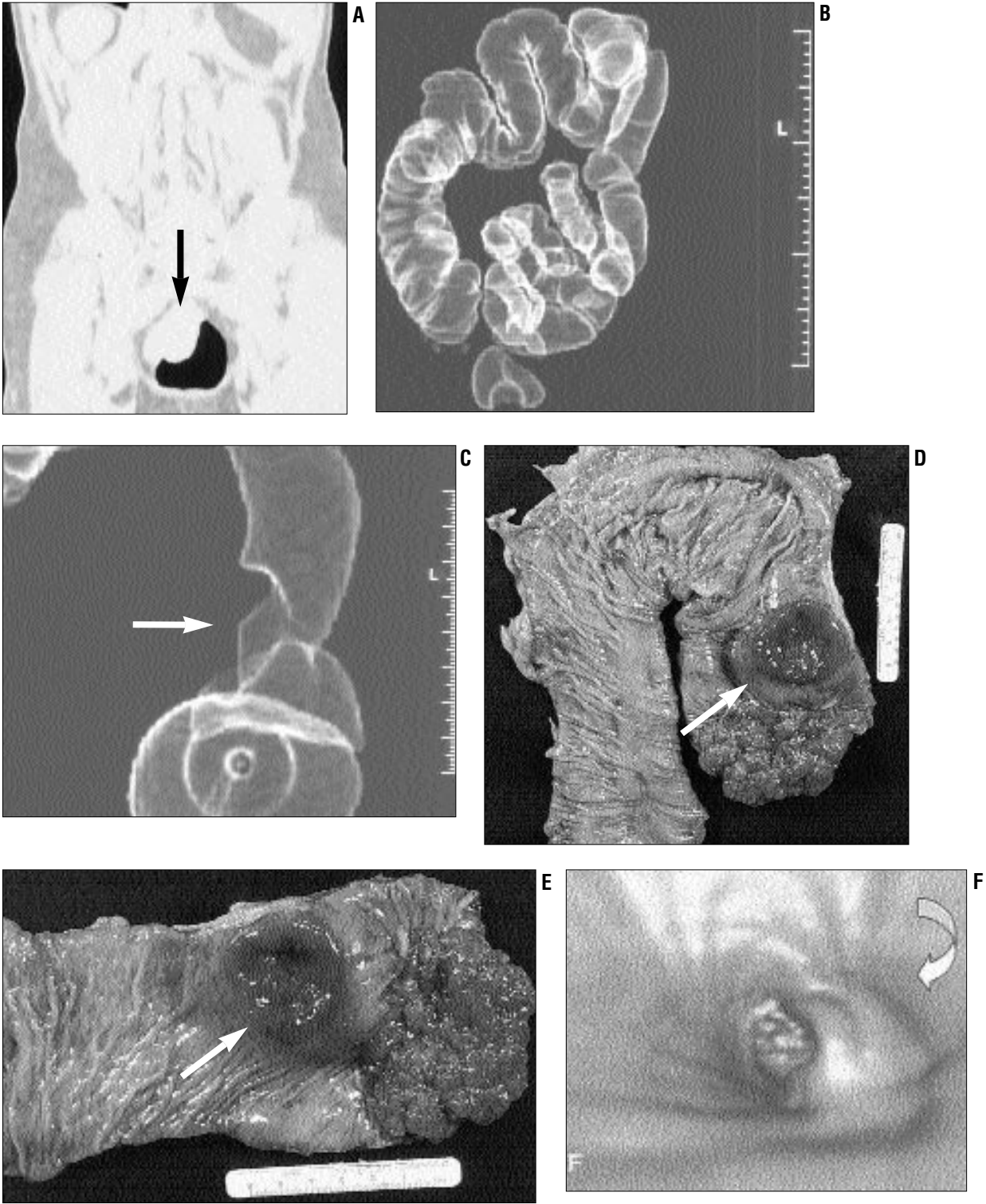
Sanal kolonoskopinin boyut farkı gözetmeksizin tüm poliplerde duyarlılığı %81, 10 mm'den büyük poliplerde %92, 6-9 mm arasındaki poliplerde %75 ve 5 mm'den küçük poliplerde %50 olarak bulundu (Tablo 2). Sanal kolonoskopinin adenomatöz poliplerde duyarlılığı %81, adenokarsinomlarda %100, hiperplastik poliplerde %66 olarak bulundu (Tablo 3). Sanal kolonoskopi yapılan 29 hastadan

3'ünde kolon dışı lezyon saptandı. Bu hastalardan birinde karaciğerinde basit kist, sağ böbrekte hidroüreteronefroz ve taş saptanırken bir diğerinde safra kesesi ve mesane taşları ile inguinal herni saptandı. Üçüncü hastada ise rektosigmoid bölgede iki adet fistül izlendi. Altı adenokarsinomlu olguda metastaz izlenmedi.

Sanal kolonoskopi yapılan hiçbir hastada majör komplikasyon olmadı. Bazı hastaların kısa süreli hafif karın ağrısı yakınması oldu ancak hiçbir hasta tetkiki yarım bırakmadı. Bir hastada sıvı kaybı nedeniyle gelişen hipotansiyon sıvı replasmanı ile düzeltildi.

Sanal kolonoskopi yapılan hastaların 3 tanesinde (%10) yeterli barsak temizliği yapılamadığından tetkik optimum değerlendirilemedi. Ancak konvansiyonel kolonoskopide rektosigmoid bölgede tıkaçıcı lezyonu olan ve bu nedenle proksimali değerlendirilemeyen hastanın proksimal kolonu sanal kolonoskopide rahatlıkla değerlendirildi. Benzer şekilde hepatik fleksuradan ileri gidilemediği için çıkan kolon ve çekumu değerlendirilemeyen hastada da proksimal kolon sanal kolonoskopide değerlendirilebildi.

Konvansiyonel kolonoskopide saptanan 21 polipoid lezyondan 2 tanesi ilk kolonoskopide görülemedi. Sanal kolonoskopi sonucuna göre tekrar edilen kolonoskopisinde 2 adenomatöz polip saptanıp polipektomi yapıldı.



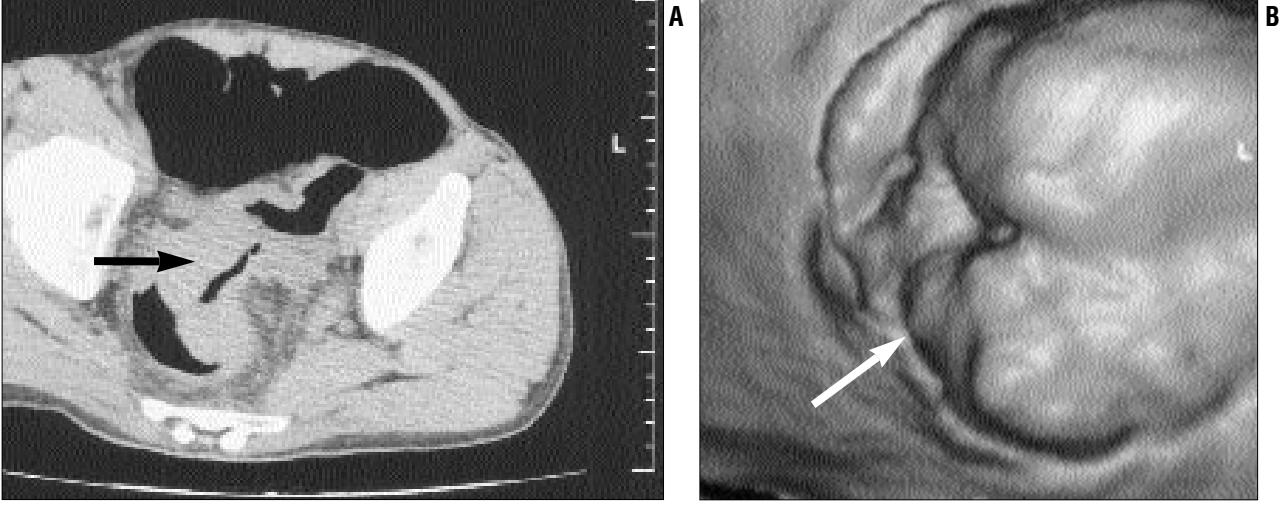
Resim 3. Rektosigmoid bölgede adenokarsinom. **A.** Koronal reformat görüntüde rektum lümenine doğru uzanan kitle (*ok*). **B.** Sanal kolografide kitle süperpozisyonlar nedeniyle izlenemiyor. **C.** Yakın plan ve farklı açıdan elde edilen sanal kolografide kitle izleniyor (*ok*). **(D-E)** Kitlenin gross görünümü (*ok*). **F.** Sanal endoluminal görüntüde kitle rektum lümenini belirgin daraltıyor (*eğri ok*).

Tartışma

Kolorektal kanserler gelişmiş ülkelerde ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan önemli bir sağlık sorunudur. Kolorektal neoplazilerin erken teşhisinin bu morbidite ve mortalitenin azal-

tılmasına önemli katkıları olacağına şüphe yoktur. Bu amaçla geliştirilen ve önerilen tarama metotları ise tam anlamıyla ihtiyaca cevap verememektedir. İlk kez 1994 yılında Vining ve arkadaşları tarafından tariflenen sanal

kolonoskopi kısa süre içerisinde radyologlar, gastroenterologlar ve cerrahlar arasında popülerite kazanmış ve gelecek vaadeden bir kolorektal kanser tarama metodu olarak ortaya çıkmıştır (29).



Resim 4. Rektosigmoid bileşkede yaklaşık 15 cm'lik segmentte lümeni her iki yönden daraltan en kalın yerinde duvar kalınlığı 4 cm'ye ulaşan kitle lezyonu. **A.** 2D aksiyel kesitte rektumu tama yakın tıkayan kitle lezyonu (*ok*). **B.** Kitlenin (*ok*) sanal endoskopik görüntüsü. Konvansiyonel kolonoskopide kitle distali izlenmeyen bu olguda sanal kolonoskopide tüm kolonun değerlendirilmesi mümkün oldu.

Literatürde az sayıdaki sanal kolonoskopi araştırmasının sonuçları bu görüntüleme yönteminin yakın bir gelecekte kolorektal tarama yöntemleri içerisinde önemli bir yer edineceğini göstermektedir. Hara ve arkadaşları endoskopik olarak kanıtlanmış 30 polipte yaptıkları sanal kolonoskopide 1 cm'den büyük poliplerde duyarlılığı %100, 0.5-0.9 cm arasındaki poliplerde %71, 0.5 cm'den küçük poliplerde %28 olarak bulmuşlardır (9). Aynı grup daha sonra yaptıkları 70 hastalık bir çalışmada sanal kolonoskopinin duyarlılığını 10 mm'den büyük poliplerde %75, 5-10 mm. arasındaki adenomatöz poliplerde %66 ve 5 mm'den küçük poliplerde %45 olarak bildirmişlerdir (10). Literatürdeki en geniş hasta ve polip serisi Fenlon ve arkadaşlarına aittir (28). Yüz hastalık bu çalışmada sanal kolonoskopinin duyarlılığı %71 iken 10 mm'den büyük poliplerde duyarlılık %91, 6-9 mm. arasındaki poliplerde %82 ve 5 mm'den küçük poliplerde %55 olarak bildirilmiştir. Dachman ve arkadaşları kolonoskopide konfirme edilen 22 polipte yaptıkları çalışmada 8 mm'den büyük poliplerde sanal kolonoskopinin duyarlılığını %83, özgüllüğünü %100 olarak bulmuşlardır (16). Bizim çalışmamızda da sonuçlar literatürle benzerlik göstermektedir. 29 hastalık çalışmamızda sanal kolonoskopinin

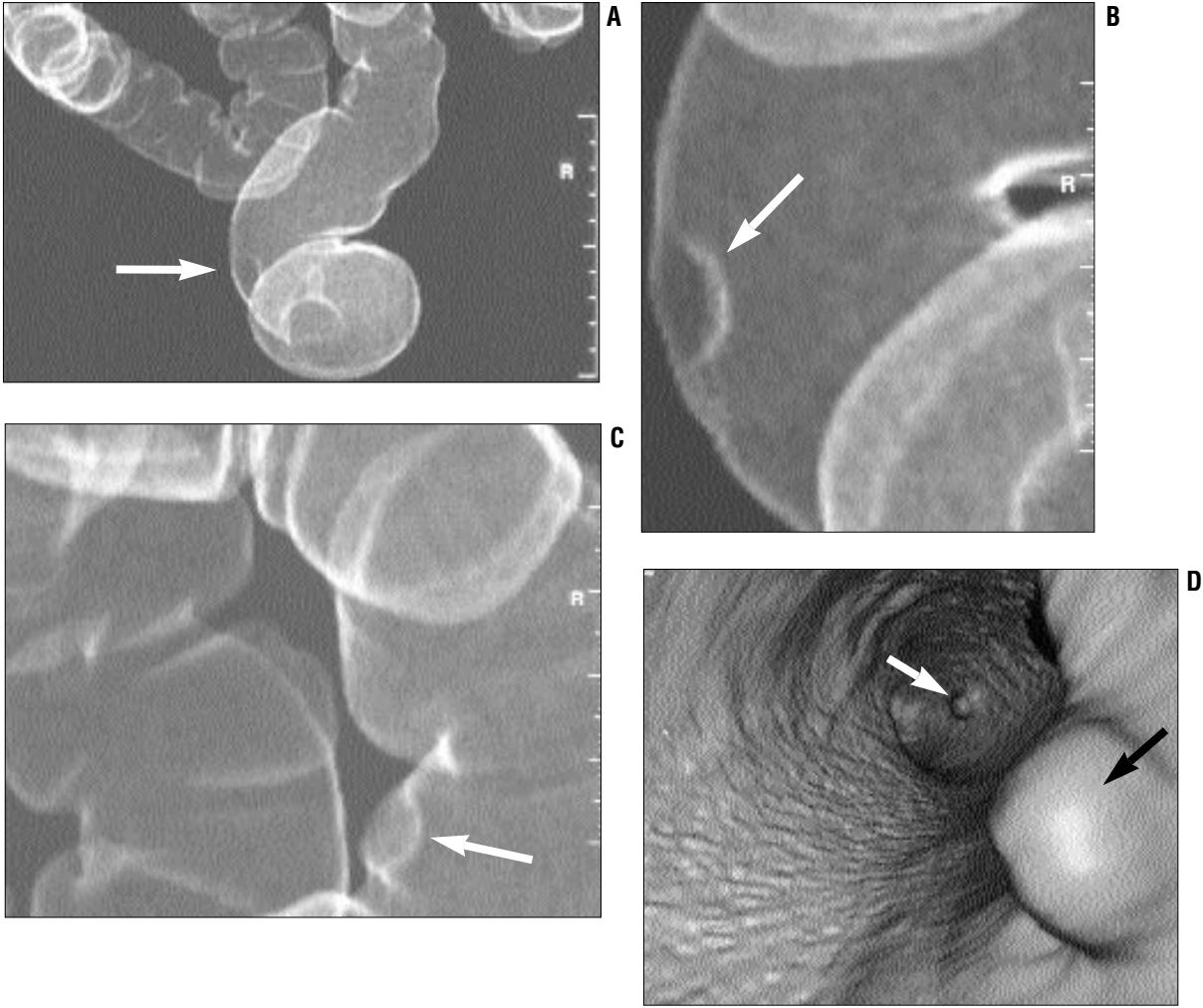
tüm poliplerdeki duyarlılığını %81, 10 mm ve daha büyük poliplerde %91, 6-9 mm arasındaki poliplerde %75 ve 5 mm ve daha küçük poliplerde %50 olarak bulduk. 1 cm'den büyük lezyonlar içinde saptayamadığımız tek olgu yağ dansitesi nedeniyle gözden kaçan lipomdu. Lipom gibi değişik dansitedeki lezyonlarla ilgili literatürde fazla bilgi birikimi mevcut değildir. Sanal kolonoskopinin bu tür lezyonlarda daha geniş hasta gruplarında sınanması ve değerlendirme özelliklerinin ortaya konması gerekmektedir.

Polip tesbiti yanında sanal kolonoskopinin kolorektal kanser tesbiti ve evrelendirilmesinde de oldukça başarılı olduğu bildirilmektedir. Royster ve arkadaşlarının kolorektal kanserden şüphelenilen 20 hastada yaptıkları çalışmada 2 cm'den büyük 20 kitle lezyonu sanal kolonoskopide doğru olarak tanımlanmıştır (24). Bu çalış-

mada ilginç olan 20 hastadan 18'inde kitlenin proksimali de değerlendirilebilirken konvansiyonel kolonoskopide bunun ancak 12 hastada mümkün olmasıdır. Aynı şekilde 52 hastalık bir başka çalışmada patolojik konfirmasyonun yapıldığı 38 karsinom olgusundan 30'unda sanal kolonoskopi ile doğru evrelendirme yapılmıştır (30). Fenlon ve arkadaşları tıkayıcı tipte kolorektal kanseri olan 29 hastada yaptıkları çalışmada proksimal kolonda 2 senkron kanser ve 24 polip bulmuşlardır (24). Bizim çalışmamızda adenokarsinomlu hasta sayısı az olmakla birlikte bulgularımız literatürle uygunluk göstermektedir. Serimizde adenokarsinomlu olgularda sanal kolonoskopinin duyarlılığı %100 olarak bulunmuştur. Royster ve arkadaşlarının bulgularına benzer şekilde tıkayıcı lezyonu nedeniyle proksimal kolonun değerlendirilmesi amacıyla gönderilen bir hastada proksimal kolon değeren-

Tablo 1. Konvansiyonel kolonoskopide saptanan lezyonların boyut ve histolojisine göre sınıflandırılması

Boyut	Toplam	Hiperplastik polip	Adenomatöz polip	Adenokarsinom	Diğer (lipom)
1-5 mm arası	4	3 (%100)		1 (%9)	
6-9 mm arası	4			4 (%36)	
10 mm ve daha büyük	13		6 (%54)	5 (%100)	2 (%100)
Toplam	21	3 (%14.3)	11(%52.4)	5 (%23.8)	2(%9.5)



Resim 5. Rektosigmoid bileşkede posterior duvarda 9x6 mm, sigmoid orta kesim lateralde 1 cm çaplı polipler. (A-C). Sanal kolografide iki adet polip izleniyor (oklar). D. Sanal endoluminal görüntüde yakın planda rektosigmoid bileşkede (siyah ok), uzak planda sigmoid orta kesimdeki (beyaz ok) polipler izleniyor.

dirilebilmiştir. Bu olgularda abdomen, metastaz açısından da taranabildiğinden tek bir tanısal incelemeyle bütün preoperatif değerlendirme tamamlanabilmiştir. Böylece hem zamandan hem de maliyetten tasarruf etmek mümkün olmuştur. Bütün bunlar sanal kolonoskopinin potansiyel bir tarama testi olması yanında inkomplet kolonoskopide, preoperatif tümör lokalizasyonu ve evrelendirilmesinde ve tıkaçıcı kolorektal kanserlerde proksimal kolonun değerlendirilmesinde oldukça faydalı olacağını göstermektedir.

Sanal kolonoskopi diğer kolorektal neoplazi tarama yöntemleri olan gaytada gizli kan testi (GGKT) ve sigmoidoskopiye göre tüm kolonun görüntülenmesine imkan verdiği için daha üstün olarak gözükmektedir. Gaytada

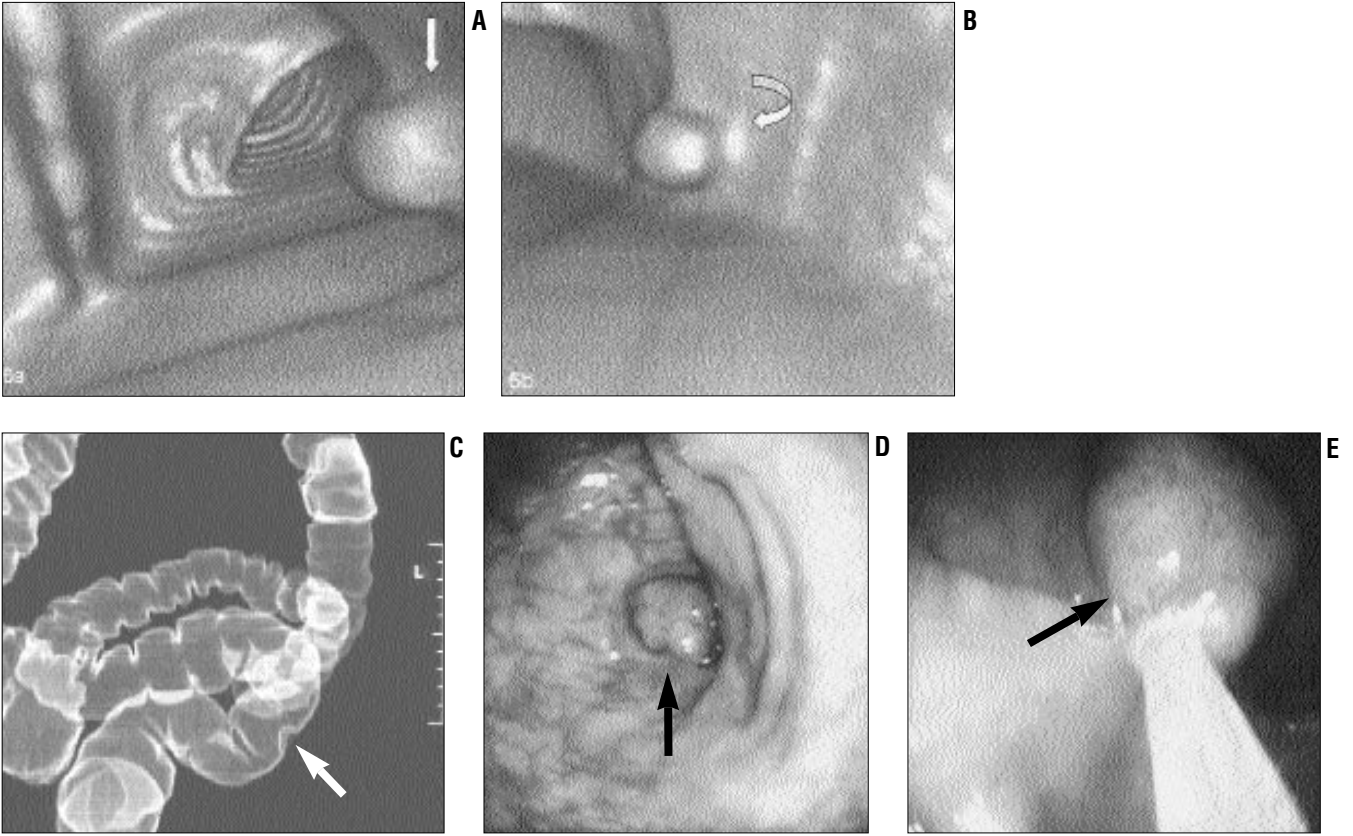
gizli kan testinin duyarlılığı adenomatöz poliplerde %10 civarındadır. Literatürde sanal kolonoskopi ile tek kontrast baryumlu kolon tetkikinin polip saptama duyarlılığını karşılaştıran tek çalışmada sanal kolonoskopi diğerine göre daha üstün bulunmuştur (11). Çift kontrastlı kolon tetkikiyle 7 mm ve daha büyük polipleri saptama duyarlılığı literatürde %65-75 arasında bildirilmektedir (31,32). Sanal kolonoskopi ile çift kontrastlı kolon tetki-

kinin karşılaştırıldığı bir çalışma henüz yapılmamış olmakla birlikte bizim çalışmamız ve literatürdeki diğer çalışmalarda duyarlılık yüzdelerine göre sanal kolonoskopinin çift kontrastlı kolon tetkikine göre polip saptamada daha duyarlı olduğu gözükmektedir.

Sanal kolonoskopinin konvansiyonel kolonoskopiye göre de çok sayıda potansiyel üstünlüğü vardır. En önemli avantajı bir tarama testi olarak inva-

Tablo 2. Sanal kolonoskopinin polipoid lezyonların boyutuna göre lezyonları saptama duyarlılığı

	Toplam	Gerçek pozitif	Yalancı negatif	Duyarlılık %
Tüm polipoid lezyonlar	21	17	4	81
10 mm ve daha büyük polipoid lezyonlar	13	12	1	92
6-9 mm arası polipoid lezyonlar	4	3	1	75
1-5 mm arası polipoid lezyonlar	4	2	2	50



Resim 6. Sigmoid kolonda 12 mm çaplı bir adet saplı polip. (A-B). Sanal endoluminal görüntülerde lümeneye uzanan polip (eğri ve düz okla işaretli). C. Sanal kolografide sigmoid kolonda polipe ait kontur rahatlıkla seçiliyor (ok). D. Konvansiyonel kolonoskopide polipin görünümü (ok). E. Konvansiyonel kolonoskopide polip (ok) boyutunun forsepsle karşılaştırılarak belirlenmesi.

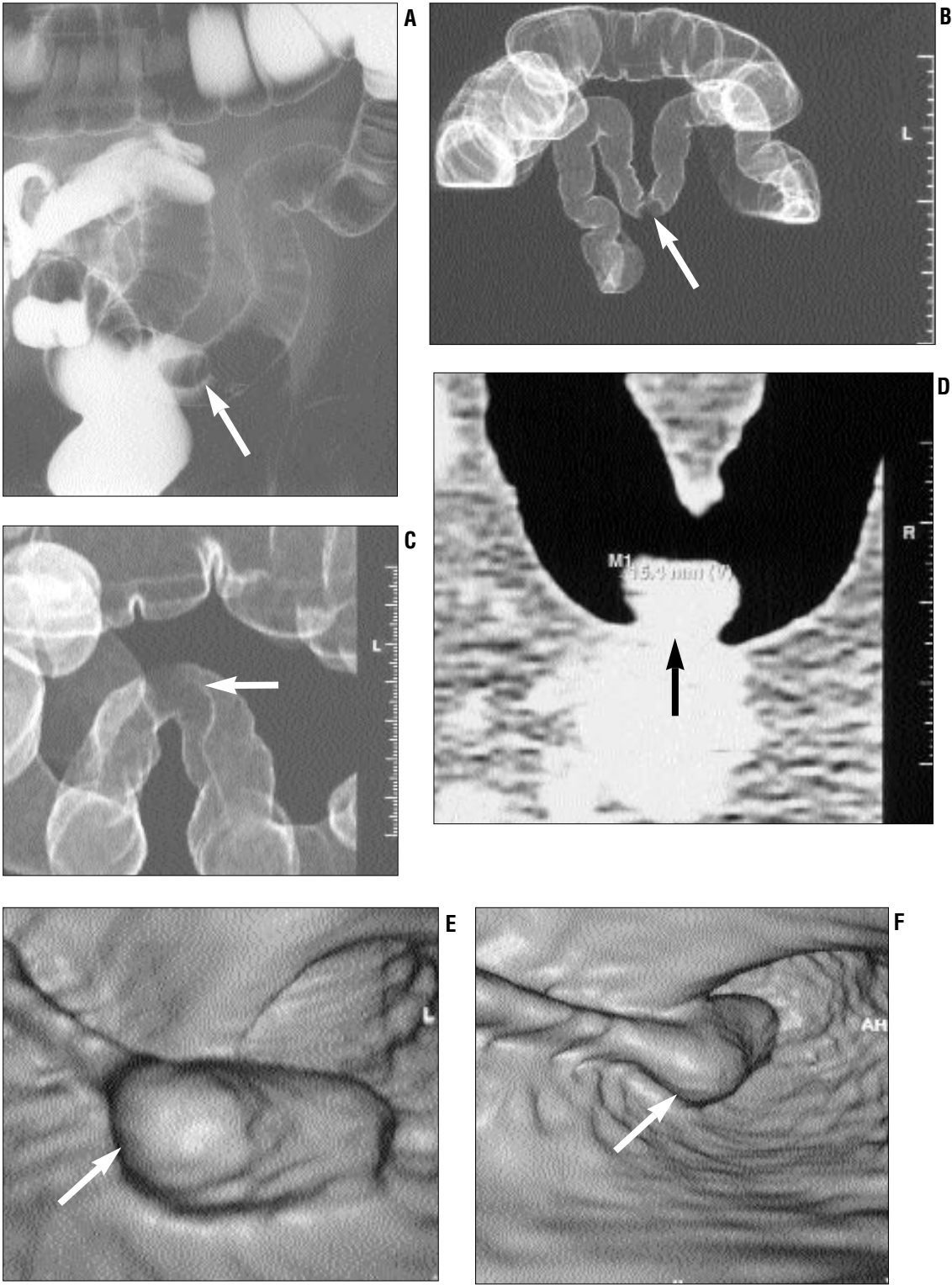
zif olmamasıdır. Sanal kolonoskopi hasta için birkaç dakikalık bir işlemdir ve konvansiyonel kolonoskopideki gibi anestezi veya sedasyon gerektirmez. Değerlendirme süresi uzun olmakla birlikte hasta yönünden görüntü alınma zamanı kısadır. Konvansiyonel kolonoskopide %1'den az da olsa ciddi komplikasyon riski mevcuttur. Girişim yapılırsa komplikasyon oranı %5'lere doğru artış göstermektedir (33). Ek olarak konvansiyonel kolonoskopide orta riskli hastaların %5-10'unda tüm kolon değerlendirilememektedir (34). Konvansiyonel kolonoskopide her ne kadar kolon perforasyonu riski düşük de olsa bu risk her zaman mevcuttur. Bu nedenle sanal kolonoskopi özellikle yaşlı hastalarda konvansiyonel kolonoskopiye iyi bir alternatiftir. Fenlon ve arkadaşlarının deneyimine göre kolonun tam görüntülenmesi sanal kolonoskopide konvansiyonel kolonoskopiye göre daha çok hastada mümkün olmaktadır

(35). Bu oran debil hastalarda daha fazladır. Bizim çalışmamızda istatistiksel anlamlı fark olmamakla birlikte konvansiyonel kolonoskopide %93, sanal kolonoskopide %90 hastada tüm kolon görüntülenmiştir. BT kolografisinin önemli bir avantajı 3B endoskopik görüntü ile birlikte 2B multiplanar rekonstrüksiyon (MPR) ile ekstralümenal alanın da değerlendirilebilmesi ve lezyonun ekstralümenal yapıya göre de lokalize edilebilmesidir. Bunun yanında kolonun ileri ve geri görüntülenmesi, endoskopide haustral katlantılar arkasına gizlenen poliplerin tesbitinde avantaj sağlamaktadır. Ay-

rica kolon duvar kalınlığının, kolon dışı yapıların ve lezyonların değerlendirilebilmesi, kolon karsinomu nedeniyle opere edilen hastalarda hem kolonda olabilecek rekürrens saptanması, hem de aynı anda metastaz taramasının yapılabilmesi önemli avantajlardır. Sanal kolonoskopinin dezavantajları ise öncelikle barsak temizliğinin hala gerekli olmasıdır. Rezidü gayta kolorektal patolojiyi taklit edebileceği gibi onu gizleyebilir de. Bir diğer dezavantajı özellikle rektosigmoid bölgede bazan yeterli distansiyon olmamasıdır. İyi distandü olmayan kolon segmentleri değerlendirile-

Tablo 3. Sanal kolonoskopinin polipoid lezyonların histolojilerine göre lezyonları saptama duyarlılığı

Histoloji	Toplam	Gerçek pozitif	Yalancı negatif	Duyarlılık %
Hiperplastik polip	3	2	1	66
Adenomatöz polip	11	9	2	82
Adenokarsinom	5	5	0	100



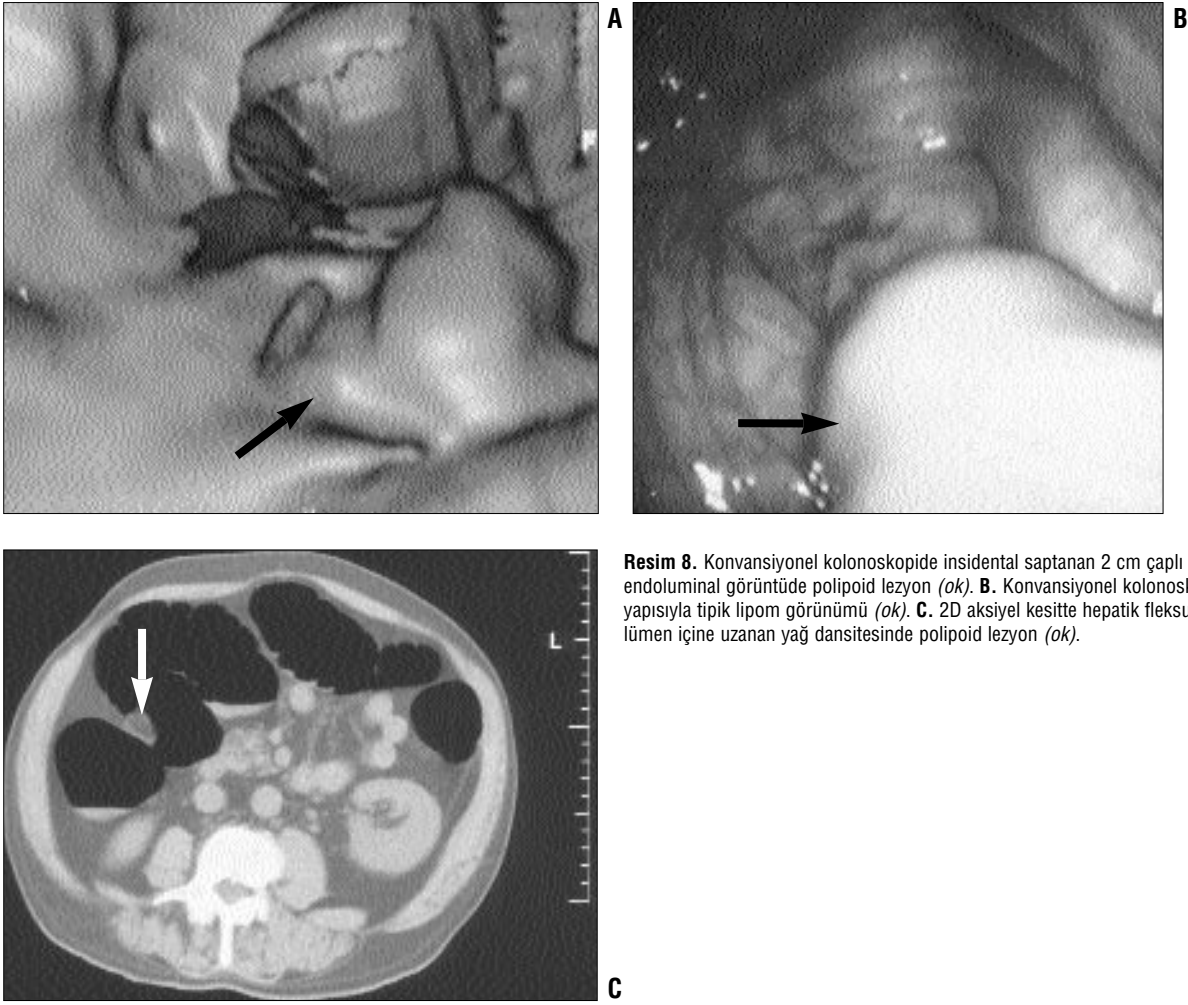
Resim 7. Sigmoid kolonda 18x13 mm boyutlu saplı polip. **A.** Çift kontrastlı kolon tetkikinde dolma defekti şeklinde uzun saplı polip (*ok*). **(B-C).** Sanal kolografide polip (*ok*) ve sapi açık olarak izleniyor. **D.** 2D aksiyel kesitte lümene doğru uzanan polip (*ok*). **(E-F).** Sanal endoluminal görüntülerde polip (*ok*) ve sapi izleniyor.

mez, hatta bazen kolorektal striktürleri taklit edebilir. Mukozal yapı ve rengeindeki değişiklikleri de sanal kolonoskopi ile değerlendirmek mümkün değildir. Bunlardan daha önemlisi sanal kolonoskopi en iyi ihtimalle ancak

bir tarama testidir ve sadece lezyonun varlığını tesbit eder. Bir başka deyişle sanal kolonoskopiye tesbit edilen lezyonun konvansiyonel kolonoskopiye konfirme ve tedavi edilmesi gerekir.

Sanal kolonoskopi için gelişmiş bil-

gisayarlar ve pahalı yazılımlara gereksinim duyulması da dezavantaj olarak görülse de gelişen teknolojiyle birlikte bilgisayar sektöründe fiyatların düşmesiyle bu dezavantaj önemini zaman içinde yitirecek gibi gözük-



Resim 8. Konvansiyonel kolonoskopide insidental saptanan 2 cm çaplı lipom. **A.** Sanal endoluminal görüntüde polipoid lezyon (ok). **B.** Konvansiyonel kolonoskopide rengi ve dış yapısıyla tipik lipom görünümü (ok). **C.** 2D aksiyel kesitte hepatic fleksura lokalizasyonunda lümen içine uzanan yağ dansitesinde polipoid lezyon (ok).

mektedir.

Sanal kolonoskopinin 5 mm'den küçük poliplerde duyarlılığının düşük olması bazı şüpheleri beraberinde getirmektedir. Ancak 10 mm'den küçük poliplerin kanser olma ihtimalinin oldukça düşük olmasının yanında bunların kansere dönüşme ihtimali de düşüktür. Bu bilgiler ışığında Glick ve arkadaşları 1 cm ve üzerindeki poliplerin eksize edilmesi yönünde görüş bildirmişlerdir (36). Sanal kolonoskopinin duyarlılığının 1 cm üzeri poliplerde %90'ın üzerinde olması var olan tarama testlerinin yerini rahatlıkla alabileceğini göstermektedir.

Sanal kolonoskopi yapılacak hastanın hazırlanması, tetkik parametreleri ve değerlendirme metotları arasında şu ana kadar bir konsensus oluşmamıştır. Sanal kolonoskopide iyi barsak temizliği tetkikin kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla hastalara oral polietilen glikol veya

oral fosfat sodyum (fleet phospho soda) tetkikten bir gün önce verilmektedir. Oral polietilen glikol preparatları kolon temizliğini iyi yapmakla birlikte kolon içerisinde belirgin rezidü sıvı kalmaktadır. Benzer şekilde whole-gut irigasyon yapılan hastalarda da belirgin rezidü sıvı nedeniyle tetkik optimum yapılamamaktadır. Bu nedenle oral fosfat sodyum preparatları kullanımının kolay olması ve kolonu diğer preparatlara göre daha kuru biçimde temizlemesi nedeniyle tercih edilmektedir. Bizim deneyimimiz de bu yönde olup, oral fosfat sodyumla olgularımızın çoğunda yeterli ve kuru barsak temizliği yapılabilmektedir. Bu nedenle kolon temizliği için oral fosfat solüsyonlarını önermekteyiz.

Rezidüel gaytanın poliplerden ayırımı, içlerindeki hava tanecikleri ile supin ve pron taramada yer değiştirmeleriyle yapılabilir. Ancak bu ayırım her zaman mümkün olmamaktadır.

Bu açıdan intravenöz kontrast verilmesinin polip gayta ayırımında faydalı olacağına işaretleri vardır (37). Literatürde İVKM verilerek yapılmış sanal kolonoskopi tek bir seride bildirilmiştir (37). Bu konuda deneyim az olmakla beraber bizim serimizde İVKM verilmesi hem gayta-polip ayırımında yararlı olmuş, hem de visceral organların optimum değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu nedenle biz İVKM'nin sanal kolonoskopi incelemesinin rutin bir parçası olması gerektiğini düşünüyoruz.

Kolon distansiyonu için oda havası veya CO₂ verilmektedir. Kolonun manüel olarak oda havası ile şişirilmesi bazen ağırlı distansiyonlara yol açmaktadır. Karbondioksitin rezorpsiyon hızı daha fazla olduğundan bu durum daha az görülmektedir (38). Bizim serimizde oda havasıyla distansiyon hastalarda belirgin yakınmaya neden olmamıştır ve suboptimal distan-

siyon olan olguların sayısı da fazla değildir.

Sanal kolonoskopide distansiyonun iyi olması, spazmın azaltılması ve peristaltizmin durdurulması için intravenöz glukagon veya buscopan verilmesi önerilmektedir. Ancak bu ilaçların etkinliği tartışmalıdır (80). 60 hasta üzerinde yapılan prospektif bir çalışmada İV glukagonun kolon distansiyonunu artırmadığı gösterilmiştir (39). Buscopan'ın bu amaçla glukagondan daha iyi olduğu söylenmektedir. Ülkemizde glukagon preparatlarının olmaması nedeniyle bu amaçla kullanılacak tek ilaç zaten Buscopan olarak kalmaktadır. Bütün olgularımızda Buscopan kullandığımız için, Buscopan'ın spazm ve distansiyon üzerine etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek bu çalışmada mümkün olmamıştır.

Sanal kolonoskopide supin ve pron tarama yapılması polip saptama duyarlılığıyla birlikte radyasyon dozunu da artırmaktadır. Chen ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sadece supin veya pron taramak ancak %59 hastada polip saptamak için yeterli distansiyonu sağlarken ikisi birlikte kullanıldığı zaman bu oran %87'ye çıkmaktadır (40). Supin ve pron tarama yapılmasının bir zorunluluk olması nedeniyle sanal kolonoskopide hastaya verilen radyasyon dozunun azaltılması gündeme gelmiştir. Çoğunlukla polipler kolon lümeni içinde hava ile çevrili olarak saptanır. Bu yüksek kontrast nedeniyle araştırmacılar tüp akımını düşürerek hastaya verilen radyasyon miktarını azaltmışlardır. Johnson ve arkadaşları diğer tarama parametreleri sabit olmak kaydıyla 70mA ile 280mA kullanarak elde edilen görüntülerin kalitesi arasında görüntü kalitesi açısından belirgin fark olmadığı sonucuna varmıştır (27). Buna karşılık miliamperin 70 mA'ya düşürülmesi radyasyon dozunu %75 azaltmaktadır. Literatürde sanal kolonoskopide kullanılan mA değerleri 75-200 mA arasında değişmektedir. Biz de çalışmamızda miliamperi 125 olarak belirleyerek radyasyon dozunu azaltmayı amaçladık. Miliamperi azaltmamız

karaciğer kesitlerinde belirgin gürültüye neden olmamış ve karaciğer parankim değerlendirmesinde bir soruna yol açmamıştır.

Spiral BT kolografide kesit kalınlığı, masa hareketi ve rekonstrüksiyon aralığının polip saptamaya etkisini gösteren bir çok fantom ve klinik çalışma yapılmıştır (12,15,17,41). Biz çalışmamızda kesit kalınlığını 5 mm, masa hareketini 7.5 mm ve örtüşmeyi %50 olarak seçtik. Böylece görüntü kalitesiyle incelenecek kesit sayısı ve dolayısıyla değerlendirme zamanı arasında optimal bir denge yakalamayı amaçladık. Bu parametrelerle görüntülerimizde değerlendirmeyi zorlaştıran artefakt izlenmedi. Hara ve arkadaşları da sanal kolonoskopide bilgi hacminin ve radyasyon dozunun azaltılması gerekliliğini bildirmektedir. Endoskopik olarak kanıtlanmış 31 polipte yaptıkları bu çalışmada 3 ve 5 mm. kesit kalınlıklarıyla yapılan sanal kolonoskopi tetkikleri görüntü kalitesi ve bunun duyarlılığa etkisi karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya göre 5 mm ile elde edilen görüntülerin 3 mm ile elde olunan görüntülere göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte rezolüsyon açısından daha kötü olduğu ancak 5 mm'den büyük poliplerde duyarlılığın azalmadığı ortaya çıkmıştır (12).

Sanal kolonoskopinin yorumlanması için çeşitli değerlendirme yöntemleri mevcuttur. Bu amaçla çeşitli 2B ve 3B teknikleri kullanılmaktadır. Hara ve arkadaşları 2B aksiyel, 2B multiplanlar reformat (MPR) ve kolonun 3B endoluminal görüntülerini birlikte kombine olarak kullanmaktadır (9-12). Dachman ve arkadaşları primer değerlendirme için 2B aksiyel görüntüleri kullanmakta, haustral katlantıları poliplerden ayırtetmekte zorlandıkları durumlarda 3B endoskopik görüntülerden yararlanmaktadır (15-16). Biz sanal kolonoskopiyi değerlendirmek için öncelikle 2B aksiyel görüntülerden yararlandık. Değerlendirmekte zorlandığımız, lezyon olduğunu düşündüğümüz yerlerde 2B MPR ve 3B endoskopik görüntülerden yararlandık. Değerlendirme zamanımız

ilk olgularda uzun olmakla birlikte ortalama 20-30 dakika almaktadır. Bu sürenin yeni teknik gelişmelerle azaltılması gerektiğini düşünüyoruz. Çünkü radyologların yoğun iş yükü içerisinde bu işe ayıracakları zamanın fazla olması bu tekniğin bir tarama testi olarak yaygınlaşmasını güçleştirecektir. Sanal kolonoskopi değerlendirilmesi için bu tekniklerin dışında yeni teknikler de araştırılmaktadır. Bu teknikler arasında otomatik yol planlaması, aynı anda ileri ve geri görüntüleme, kolonun dijital olarak düzleştirilmesi ve açılması, panoramik endoskopi ve harita projeksiyonları sayılabilir (42). Bu tekniklerin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla sanal kolonoskopinin değerlendirme zamanının azalacağı ve güvenilirliğin daha da artacağı kuşkusuzdur.

Çalışmamızın bazı kısıtlamaları mevcuttur. Öncelikli olarak bizim yüksek riskli hasta grubundaki sanal kolonoskopinin tanısal etkinliği orta riskli hasta grubuna genellenemez. Bu nedenle bir tarama testi olarak sanal kolonoskopinin tanısal etkinliğinin geniş orta riskli hasta gruplarında test edilmesi gereklidir. Yaptığımız çalışma planlaması hasta toleransı, yan etkiler, hasta tercihi konusunda konvansiyonel kolonoskopi ile karşılaştırma imkanı vermemektedir. Bunların yanında tanısal bir test olarak tekrarlanabilirlik bu çalışmada sorgulanmamıştır. Bu amaçla intra ve inter observer değişkenliğinin de araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle bu kısıtlılıkları çözecek başka çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; bu çalışmada yüksek riskli hasta grubunda sanal kolonoskopi polip saptamada duyarlılığı yüksek bir yöntem olarak bulunmuştur. Sanal kolonoskopinin polip saptamadaki duyarlılığı polip boyutuyla ilişkilidir ve özellikle klinik olarak da önemli olan 1 cm'den büyük poliplerde çok yüksektir. Bu sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalarla uyumluluk göstermektedir. Sanal kolonoskopi kolon adenokarsinomlarını yüksek duyarlılıkla saptayabilmektedir ve preoperatif değerlendirmelerinde tek

tetkik olarak kullanılabilir.

Sanal kolonoskopide İVKM kullanımı hem gayta-polip ayırımında yardımcı olduğundan, hem de viseral organların optimum değerlendirmeye olanak sağladığından rutin olarak eklenmelidir. Sanal kolonoskopinin tarama testi olarak kullanılabilmesi için kolorektal kanser için ortalama risk taşıyan daha büyük hasta gruplarında randomize çalışmalarla tanıtılabilir.

EFFICACY OF HELICAL CT COLONOGRAPHY FOR DETECTION OF COLORECTAL POLYPS AND MASSES

PURPOSE: We compared the efficacy of helical CT colonography and conventional colonoscopy for the detection of colorectal polyps and masses in patients at high risk for colorectal neoplasia.

MATERIALS AND METHODS: We performed a prospective study in 29 patients at high risk for colorectal neoplasia. We inserted a foley catheter and insufflated the colon with air to the maximal level the patient could tolerate. After that helical CT imaging of the abdomen and pelvis was performed. The CT data were downloaded to a workstation equipped with software for three-dimensional rendering. The axial, 2D MPR and virtual endoluminal views were then interpreted by two radiologists who were unaware of the results of conventional colonoscopy. Results of helical CT colonography were compared to conventional colonoscopy.

RESULTS: 16 patients had normal findings on conventional colonoscopy. The entire colon was clearly seen by conventional colonoscopy in 27 patients and by helical CT colonography in 26 patients. Helical CT colonography identified 17 of 21 polypoid lesions (81%), 12 of 13 that were 10 mm or more in diameter (92%), 3 of 4 that were 6 to 9 mm (75%) and 2 of 4 that were 5 mm or smaller (50%). Helical CT colonography identified all 5 carcinomas. No major complications occurred during helical CT colonography examinations.

CONCLUSION: Helical CT colonography was found to have high sensitivity for detection of colorectal polyps and masses in patients at high risk for colorectal neoplasia. However, sensitivity of helical CT colonography must be tested in patients with an average risk for colorectal neoplasia and in a wide patient series prior to widespread use for screening.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2001; 7:541-552

Kaynaklar

1. Mandel JS, Bond JH, Church TR, et al. Reducing mortality from colorectal cancer by screening for fecal occult blood. N Engl J Med 1993; 328:1365-71.
2. Hardcastle JD, Chamberlain JO, Robinson MH, et al. Randomised controlled trial of faecal-occult-blood screening for colorectal cancer. Lancet 1996; 348:1472-7.
3. Kronborg O, Fenger C, Olsen J, et al. Randomised study of screening for colorectal cancer with faecal-occult-blood test. Lancet 1996; 348:1467-71.
4. Selby JV, Friedman GD, Quesenberry CP Jr, et al. A case-control study of screening sigmoidoscopy and mortality from colorectal cancer. N Engl J Med 1992; 326:653-7.
5. Newcomb PA, Norfleet RG, Storer BE, et al. Screening sigmoidoscopy and colorectal cancer mortality. J Natl Cancer Inst 1992; 84:1572-75.
6. Byers T, Levin B, Rothenberger D, Dodd GD, Smith RA. American Cancer Society guidelines for screening and surveillance for early detection of colorectal polyps and cancer: update 1997. CA. Cancer J Clin 1997; 47:154-60.
7. Vining DJ, Gelfand DW, Bechtold RE, et al. Technical feasibility of colon imaging with helical CT and virtual reality. AJR 1994; 162: Suppl: 104. Abstract.
8. Hara AK, Jhonson CD, Reed JE, et al. Detection of colorectal polyps with CT colonography: initial assessment of sensitivity and specificity. Radiology 1997; 205:59-65.
9. Hara AK, Jhonson CD, Reed JE, et al. Detection of colorectal polyps by computed tomographic colography: feasibility of a novel technique. Gastroenterology 1996; 110:284-90.
10. Hara AK, Jhonson CD, Reed JE, et al. Colorectal polyp detection with CT colonography: two-versus three-dimensional techniques: work in progress. Radiology 1996; 200:49-54.
11. Hara AK, Jhonson CD, Reed JE, et al. Computed tomographic colography (virtual colonoscopy) for polyp detection: early comparison against barium enema. Gastroenterology 1997; 112: Suppl: A575 (abstract).
12. Hara AK, Jhonson CD, Reed JE, et al. Reducing data size and radiation dose for CT colonography. AJR 1997; 168:1181-4.
13. Jhonson CD, Ahlquist DA. Computed tomography colonography (virtual colonoscopy) : a new method for colorectal screening. Gut 1999; 44:301-305.
14. Ahlquist DA, Hara AK, Jhonson CD. Computed tomographic colography and virtual colonoscopy. Gastrointest Endosc Clin North Am 1997; 7:439-52.
15. Dachman AH, Lieberman J, Osnis RB, et al. Small simulated polyps in pig colon: sensitivity of CT virtual colography. Radiology 1997; 203:427-30.
16. Dachman AH, Kuniyoshi JK, Boyle CM, et al. CT colonography with three-dimensional problem solving for detection of colonic polyps. AJR 1998; 171:989-95.
17. Beaulieu CF, Napel S, Daniel BL, et al. Detection of colonic polyps in a phantom model: implications for virtual colonoscopy data acquisition. J Comput Assist Tomogr 1998; 22:656-63.
18. Rubin GD, Beaulieu CF, Argiro V, et al. Perspective volume rendering of CT and MR images: applications for endoscopic imaging. Radiology 1996; 199:321-30.
19. Vining DJ. Virtual endoscopy: is it reality? Radiology 1996; 200: 30-1.
20. Fenlon HM, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy: what will the issues be? AJR 1997; 169:453-8.
21. Royster AP, Fenlon HM, Clarke PD, et al. CT colonoscopy of colorectal neoplasms: two-dimensional and three-dimensional virtual-reality techniques with colonoscopic correlation. AJR 1997; 169:1237-42.
22. Fenlon HM, Clarke PD, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy: imaging features with colonoscopic correlation. AJR 1998; 170:1303-9.
23. Royster AP, Gupta AK, Fenlon HM, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy: current status and future implications. Acad Radiol 1998; 5:282-8.
24. Fenlon HM, McAneny DB, Nunes DP, et al. Occlusive colon carcinoma: virtual colonoscopy in the preoperative evaluation of the proximal colon. Radiology 1999; 210:423-8.
25. Fenlon HM, Nunes DP, Clarke PD, Ferrucci JT. Colorectal neoplasm detection using virtual colonoscopy: a feasibility study. Gut 1998; 43:806-11.
26. Vining DJ. Virtual colonoscopy. Gastrointest Endosc Clin North Am 1997; 7:285-91.
27. Jhonson CD, Hara AK, Reed JE. Computed tomographic colography (virtual colonoscopy): a new method for detecting colorectal neoplasms. Endoscopy 1997; 29:454-61.
28. Fenlon HM, Nunes PD, Schrov CP, et al.

- A comparison of virtual and conventional colonoscopy for the detection of colorectal polyps. *N Engl J Med* 1999; 341:1496-503.
29. Vining DJ, Gelfand DW. Noninvasive colonoscopy using helical CT scanning. 3 D reconstruction and virtual reality. Paper presented at the 1994 meeting of the Society of Gastrointestinal Radiologists, Maui, Hawaii, USA. 13-18 February 1994.
 30. Harvey CJ, Amin Z, Hare CMB, et al. Helical CT pneumocolon to assess colonic tumors: radiologic-pathologic correlation. *AJR* 1998; 170:1439-43.
 31. Ransohoff DF, Feinstein AR. Problems of spectrum and bias in evaluating the efficacy of diagnostic tests. *N Eng J Med* 1978; 299: 926-30.
 32. Begg CB, McNeil BJ. Assessment of radiologic tests: control of bias and other design considerations. *Radiology* 1988; 167:565-69.
 33. Waye JD, Lewis BS, Yessayan S. Colonoscopy: a prospective report of complications. *J Clin Gastroenterol* 1992; 15:347-51.
 34. Marshall JB, Barthel JS. The frequency of total colonoscopy and terminal ileal intubation in the 1990s. *Gastrointest Endosc* 1993; 39:518-20.
 35. Fenlon HM, Barish MA, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy-technique and applications. *Ital J Gastroenterol Hepatol* 1999; 31:713-20.
 36. Glick S, Wagner JL, Johnson CD. Cost-effectiveness of double-contrast barium enema in screening for colorectal cancer. *AJR* 1998; 170:629-36.
 37. Fletcher JG, Jhonson CD, MacCarthy RL, et al. CT colonography: overcoming the problems of collapse and colonic fluid. *Radiology* 1998; 209:296.
 38. Fenlon HM, Ferrucci JT. First international symposium on virtual colonoscopy. *AJR* 1999; 173:565-69.
 39. Yee J, Hung RK, Akerkar GA, Wall SD. The usefulness of glucagon hydrochloride for colonic distention. *AJR* 1999; 173:169-72.
 40. Rex D.K. Colonoscopy: review of its yield for cancers and adenomas by indication. *Am J Gastroenterol* 1995; 90:353-365.
 41. McFarland EG, Brink JA, Loh J, et al. Visualization of colorectal polyps with spiral CT colography: evaluation of processing parameters with perspective volume rendering. *Radiology* 1997; 205:701-707.
 42. Fenlon HM, Barish MA, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy-technique and applications. *Ital J Gastroenterol Hepatol* 1999; 31:713-20.