

16-Dedektörlü Bilgisayarlı Tomografi ile Yapılan Sanal Kolonoskopinin Fiberoptik Kolonoskopi ile Karşılaştırılması

A COMPARISON OF VIRTUAL COLONOSCOPY WITH FIBEROPTIC COLONOSCOPY BY USING 16-DETECTOR-ROW COMPUTED TOMOGRAPHY

Dr. Mustafa KOPLAY,^a Dr. Ömer ÖNBAŞ,^a Dr. Ömer YILMAZ,^b
Dr. Fatih ALPER,^a Dr. Bülent AYDINLI,^c Dr. Adnan OKUR^a

^aRadyoloji AD, ^bGastroenteroloji AD, ^cGenel Cerrahi AD, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, ERZURUM

Özet

Amaç: Kolon patolojilerinin saptanmasında sanal kolonoskopinin tanısal etkinliğini, avantaj ve dezavantajlarını fiberoptik kolonoskopi ile karşılaştırarak değerlendirmek.

Gereç ve Yöntemler: Belirgin rektal kanaması veya gaytada gizli kan testi pozitif olan, önemli kilo kaybı olan ve fiberoptik kolonoskopiyi tolere edemeyen, yaşları 33 ile 79 (ortalama 59 ± 13.86) arasında değişen 45 hastaya 16-dedektörlü bilgisayarlı tomografi (BT) kolonografi yapıldı. Kolon patolojileri polip, kitle, divertikül, Crohn hastalığı, ülseratif kolit ve non-spesifik kolit olarak sınıflandırıldı. Her hastada yapılan multiplanar reformat imajlar, çok kesitli BT (ÇKBT) kolonografi ve sanal kolonoskopi imajları fiberoptik kolonoskopi ile karşılaştırıldı.

Bulgular: BT kolonografi-sanal kolonoskopinin tüm kolon patolojilerindeki sensitivitesi %91, spesifisitesi %92, tanıda doğruluk oranı %91 olarak saptandı.

Sonuç: ÇKBT kolonografi-sanal kolonoskopinin, fiberoptik kolonoskopi ile karşılaştırıldığında kolon patolojilerini saptamada yüksek oranda sensitivite ve spesifisitesinin olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kolon; bilgisayarlı tomografik kolonoskopi kolonoskopi

Abstract

Objective: To evaluate the diagnostic efficiency, advantage and disadvantage of virtual colonoscopy in the detection of colon pathologies by comparing with fiberoptic colonoscopy.

Material and Methods: We evaluated 45 patients with heavy or microscopic rectal haemorrhage, significant weight loss and intolerable to fiberoptic colonoscopy, aged between 33-79 (mean 59 ± 13.86) years, with 16-detector-row computed tomography (CT) Colon pathologies were classified as polyp, mass, diverticula, Crohn's disease, colitis ulcerosa and nonspecific colitis. Multiplanar reformat images, multidetector CT (MDCT) colonography and virtual colonoscopy images were compared with fiberoptic colonoscopy.

Results: The sensitivity and specificity of CT colonography-virtual colonoscopy for colon pathologies were 91% and 92% respectively. Percentage of correct diagnosis of CT colonography was 91%.

Conclusion: MDCT colonography-virtual colonoscopy had a higher sensitivity and specificity in the diagnosis of colon pathologies compared to fiberoptic colonoscopy.

Key Words: Colon; colonography, computed tomographic; colonoscopy

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2007, 27:357-366

Kolon mukoza yüzeyinin bilgisayar yardımıyla üç boyutlu (3B) endoskopik görüntülenmesine sanal kolonoskopi denilmektedir. 3B görüntülü BT kolonografi veya sanal

kolonoskopi kolorektal hastalıkların görüntülenmesinde yeni bir görüntüleme metodu olup özellikle başta kolorektal karsinom ve polip gibi tümöral patolojilerde olmak üzere ülseratif kolit, Crohn hastalığı, divertiküler hastalık gibi patolojilerde de uygulanabilmektedir.¹

Geliş Tarihi/Received: 10.11.2006 Kabul Tarihi/Accepted: 17.01.2007

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. Mustafa KOPLAY
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Radyoloji AD, ERZURUM
koplaymustafa@hotmail.com

Copyright © 2007 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2007, 27

Kolorektal karsinom, gelişmiş ülkelerde ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan önemli bir hastalıktır.² Kolorektal kanserlerin erken tanısı hastalığın doğal seyrinin uzun olması sebebiyle oldukça

önemlidir. Kolorektal kanserler sıklıkla benign natürde adenomatöz polip şeklinde başladığı için bunların erken evrede saptanması kolon kanseri mortalitesini belirgin şekilde azaltacaktır.³ Tarama yöntemleri ile erken dönem kanserleri tanımlamak mümkündür.

Kolorektal hastalıkların erken tanısında gaytada gizli kan testi, tümör belirteçleri, baryumlu kolon grafileri, fiberoptik kolonoskopi kullanılan başlıca yöntemlerdir. Ancak bu yöntemlerin hepsinin bazı sınırlamaları vardır. Örneğin fiberoptik kolonoskopide tüm adenomların yaklaşık %20 kadarının gözden kaçabildiği, %5'inde tüm kolonun değerlendirilemediği, özellikle distalde belirgin darlığı bulunan hastalarda proksimal segmentlerin izlenemediği, işlem esnasında perforasyon, hemoraji ve ölüm gibi riskleri olduğu rapor edilmiştir.^{4,6}

Amerikan Kanser Derneği'nin 1997 yılında revize ettiği bildiri kolorektal kanser taramalarında tüm kolonun taranması gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu yöntemle tüm kolon muayenesi denilmektedir.⁷ Bu kriterlere uyan çift kontrastlı kolon tetkiki, fiberoptik kolonoskopi ve BT kolonografi-sanal kolonoskopidir.⁸

BT kolonografi-sanal kolonoskopi ince kesit BT ile yüksek rezolüsyonlu iki boyutlu (2B) aksiyel görüntülerin alınması esasına dayanan kolonun yeni bir görüntüleme yöntemidir. Bu yöntemle BT ile elde edilen dijital bilgi değişik bilgisayar programları yardımı ile rekonstrükte edilerek kolonun fiberoptik kolonoskopiye benzer 3B görüntüleri elde edilir.⁸ ÇKBT cihazlarıyla yapılan çalışmalarda, hızlı çekim süresi ve sağladığı uzaysal rezolüsyon sonucu çok küçük poliplerin (2-3 mm) dahi saptanabileceği kaliteli sanal rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir.

Kesitsel görüntüleme yöntemi olan BT kolonografi-sanal kolonoskopi ile kolon lümeni yanı sıra kolon duvarı da değerlendirilebilmektedir.¹ Aksiyel, sagittal, koronal ve 3B görüntüler ile kolorektal hastalıkların tespiti ve lokalizasyonu hakkında oldukça faydalı bilgiler elde edilir.

Yapılan ilk çalışmalar BT kolonografi-sanal kolonoskopinin rölatif olarak güvenilir ve minimal

invaziv olması nedeni ile kolorektal hastalıklar açısından diğer tarama yöntemlerine iyi bir alternatif olacağını göstermektedir.⁹

Biz çalışmamızda kolorektal hastalıkların değerlendirilmesinde, ÇKBT ile yapılan sanal kolonoskopinin fiberoptik kolonoskopiye kıyasla tanısal etkinliğini, avantajlarını ve dezavantajlarını araştırdık.

Gereç ve Yöntemler

Hastalar

Haziran 2005-Mart 2006 tarihleri arasında genel cerrahi ve gastroenteroloji poliklinikleri tarafından takip edilen, gaytada gizli kan testi pozitifliği, demir eksikliği anemisi, rektal kanaması, ailede kanser anamnezi ile yüksek olasılıklı kolon kanseri şüphesi bulunan, fiberoptik kolonoskopi incelemesi yapılan veya yapılamayan 45 hasta sanal kolonoskopi çekimi için radyoloji servisine yönlendirildi. Tüm hastalara yapılacak tetkik hakkında gerekli ön bilgiler verildi. Olguların 5'i yetersiz bağırsak temizliği ve yetersiz distansiyon nedeni ile çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya dahil edilen 40 hastanın yaş aralığı 33-79 yıl (59 ± 13.86) olup, bu hastaların %57.5'i erkek (n= 23) ve %42.5'i kadın (n= 17) idi. Tüm BT taramaları komplet veya inkomplet fiberoptik kolonoskopiden sonra 16-dedektörlü BT ile yapıldı.

ÇKBT Kolonografi-Sanal Endoskopi Tekniği

Hastalara BT kolonografi ve fiberoptik kolonoskopi tetkiklerinden 1 gün önce, bağırsak temizleme reçetesi uygulandı. Bu amaçla hastalar 1 gün önce hafif bir akşam yemeği sonrasında, yarısı akşam ve yarısı da işlem günü sabahı olmak üzere toplam 90 mL sodyum fosfat preparatı (Fleet Phospha-soda) kullandılar.

ÇKBT çekimleri 'Aquilion 16 Toshiba' marka cihaz ile yapıldı. Rektuma hava vermek amacıyla silikon uç yerleştirildikten sonra tüm kolon hastanın tolere edebileceği kadar oda havası ile şişirildi. Supin pozisyonda yeterli bağırsak distansiyonunun sağlanıp sağlanmadığını değerlendirmek amacı ile topogram alındı. Eğer yeterli distansiyon sağlanmamış ise bir miktar daha hava pompalanıp tekrar topogram ile kontrol edildi. Çalışmaya dahil edilen

hastaların 38 (%95)'inde supin ve pron pozisyonlarda tek bir topogram yeterli oldu. Eğer yeterli bağırsak distansiyonu sağlanmış ise ilk olarak supin pozisyonda, kranio-kaudal yönde, tüm kolon segmentlerini ve rektumu içerecek şekilde çekim yapıldı. Daha sonra hasta pron pozisyona çevrilerek tekrar topogram alındı. Yeterli bağırsak dilatasyonu değerlendirildikten sonra çekim işlemi tekrarlandı. Bu hastalara supin pozisyonda 110 mL İV kontrast madde saniyede 3.5 mL gidecek şekilde verilerek, portal fazda (60. sn) aksiyel tarama yapıldı. Pron pozisyonda ise kontrast madde kullanılmadı.

Tarama parametreleri 0.75 mm kolimasyon, 1-1.3 pitch, 120 kV, 120-160 miliamper-saniye (mAs), 512 x 512 matriks, 0.5 sn gantry rotasyon hızı, 0.7 mm rekonstrüksiyon intervali ile 1 mm rekonstrüksiyon kalınlığı ile yapıldı. Hastanın daha az radyasyona maruz kalması amacıyla pron pozisyonda mAs düşürüldü. Tüm abdomen ortalama 18 saniye (16-20) içerisinde tek bir nefes tutumuyla tarandı.

Elde edilen bütün BT görüntüleri bir Workstation'a (Vitrea 2.6, Vital images, Minneapolis, MN, USA) transfer edildi. Her bir hasta için pron ve supin pozisyonunda önce 2B aksiyel görüntüler daha sonra da koronal ve sagittal multiplanar reformat görüntüler değerlendirildi. Ayrıca "volume-rendering technique (VRT)" ve "shaded surface display (SSD)" algoritmalarının yer aldığı bilgisayar programları ile sanal kolonografi ve sanal kolonoskopi incelemesi yapıldı.

Elde olunan görüntülerde lezyonların varlığı, lokalizasyonu, morfolojik özellikleri, kontrastlanma paterni, çevre invazyonları, lenf nodu tutulumu, varsa batın içi metastazları değerlendirildi. Anormal bir bulgu izlendiğinde (gaz baloncuğu, yüksek dansite, heterojen veya homojen dansite) pencere genişliği ve pencere seviyesi değerleri değiştirilerek tekrar değerlendirildi. Lezyonların geometrik morfolojik özellikleri (keskin kenar, düzensiz kenar) polip-gayta ayrımında dikkate alındı. Ayrıca gayta artıklarını veya bulböz foldları poliplerden ayırabilmek için, izlenen anormal bulgunun morfolojik özellikleri multiplanar 2B reformat ve 3B endoluminal BT görüntüleri ile tekrar değerlendirildi. Lineer (foldlar ile uyumlu)

ve yuvarlak (polipler ile uyumlu) morfolojik özelliklerin ayrımında 2B ve 3B görüntüler dikkate alındı. Saptanan anormal bir dansitenin supin ve pron pozisyonlarda yer değiştirmesi rezidü gayta lehine yorumlandı. Kolorektal patolojilerin lokalizasyonları ve morfolojik özellikleri kolonu 8 segmente (çekum, çıkan kolon, hepatik fleksura, transvers kolon, splenik fleksura, inen kolon, sigmoid ve rektum) ayırarak değerlendirildi.

Tüm hastalar fiberoptik kolonoskopi sonucundan habersiz olarak değerlendirildi ve daha sonra karşılaştırma yapıldı. Sonuçların uyumsuz olduğu hastalarda retrospektif olarak değerlendirme tekrar yapıldı.

Fiberoptik Kolonoskopi Tetkiki

Fiberoptik kolonoskopi tetkiki, BT kolonografi sonuçlarını bilmeyen, deneyimleri olan cerrahlar ve gastroenterologlar tarafından yapıldı. Fiberoptik kolonoskopide görülen lezyonların fotoğrafları çekildi ve histopatolojik analiz için gerekli görülen yerlerden biyopsi yapıldı. Poliplerin boyutları açık biyopsi forseps tekniği kullanılarak milimetre cinsinden ölçüldü. BT kolonografi tetkikinde yapıldığı gibi fiberoptik kolonoskopide de, kolorektal patolojilerin lokalizasyonları kolonu 8 segmente (çekum, çıkan kolon, hepatik fleksura, transvers kolon, splenik fleksura, inen kolon, sigmoid ve rektum) ayırarak değerlendirildi.

ÇKBT Sanal Kolonoskopi ile Fiberoptik Kolonoskopi Bulgularının Karşılaştırılması ve Yorumlanması

Fiberoptik kolonoskopi ile sanal kolonoskopi bir lezyonu, aynı anatomik segmentte, benzer morfolojik yapı ve boyutta tanımlamış ise bulgu gerçek pozitif olarak, her iki yöntemde de aynı segmentlerde herhangi bir bulgu saptanmamış ise gerçek negatif olarak tanımlandı. Eğer bir lezyon fiberoptik kolonoskopide gösterilmiş, ancak sanal kolonoskopide aynı segmentte gösterilememiş ise yanlış negatif olarak değerlendirildi. Eğer bir bulgu sanal kolonoskopide tanımlanmış ancak fiberoptik kolonoskopide aynı segmentte tanımlanmamış ise yanlış pozitif olarak değerlendirildi. Eğer her iki tetkikte bir lezyon aynı segmentte, benzer morfolojik özelliklere ve boyuta sahip ise aynı lezyon ola-

rak kabul edildi. Polip tespit edildiğinde çaplarına göre (5 mm'den küçük, 6-9 mm arası ve 10 mm'den büyük) analiz yapıldı.

Sanal kolonoskopi yapılan 45 hastanın 40'ında değerlendirilebilir görüntüler elde edilip, kolorektal lezyonların varlığı araştırıldı. İnkomplet fiberoptik kolonoskopi olgularında sadece değerlendirilebilen segmentler çalışmaya dahil edildi.

Elde ettiğimiz sonuçların spesifite, sensitivite, pozitif ve negatif prediktif değerleri %95 güvenilirlik alanı tekniği ile fiberoptik kolonoskopi bulguları referans standart alınarak hesaplandı. Pozitif prediktif değeri gerçek pozitif sonuçların fiberoptik kolonoskopi bulgularına oranlanması ile belirlendi. Negatif prediktif değerleri gerçek negatif sonuçların fiberoptik kolonoskopi bulgularına oranlanması ile belirlendi. Sensitivite, sanal kolonoskopide tespit edilen gerçek pozitif lezyonların, fiberoptik kolonoskopide tespit edilen tüm lezyonlara oranı ile elde edildi. Spesifite, gerçek negatif sonuçların, fiberoptik kolonoskopideki tüm negatif sonuçlara oranı ile elde edildi.

Ayrıca fiberoptik kolonoskopide lezyon tespit edilen tüm olgularda, alınan biyopsi materyali bir patoloj tarafından histopatolojik özellikleri açısından rapor edildi.

Bulgular

Kolorektal patolojisi bulunan veya klinik olarak şüphelenilen 45 olguya ÇKBT sanal kolonoskopi yapıldı. Tetkik rektal yoldan hava verilmesi dahil ortalama 10-15 dk. sürdü. Genel olarak bağırsak temizliği optimal olan ve hava distansiyonunu kolay tolere edebilen hastalarda çekim daha kısa sürdü. İnceleme esnasında herhangi bir komplikasyon gelişmedi.

Çalışmaya dahil edilen 40 hastanın 5'inde fiberoptik kolonoskopi tamamlanamadı. Bu hastaların 2'sinde tıkaçıcı kolon kanseri, 1'inde dolikokolon, 2'sinde de kolona dıştan bası mevcuttu. Fiberoptik kolonoskopisi tamamlanabilen 35 hastanın 12'si normal olarak değerlendirilirken, 23 hastada patoloji tespit edildi. 23 hastanın 8'inde polip (%35), 8'inde malign kitle (%35), 2'inde ülseratif kolit (%8.6), 1'inde Chron hastalığı (%4.2), 2'sinde divertikül (%8.6), 2'sinde de non-spesifik kolit (%8.6) saptandı (Tablo 1). Polip saptanan 8 hastada toplam 22 polip mevcuttu. 22 polipten 6'sı 5 mm'den küçük, 10'u 6-9 mm arası, 6'sı ise 10 mm ve üzerindedir.

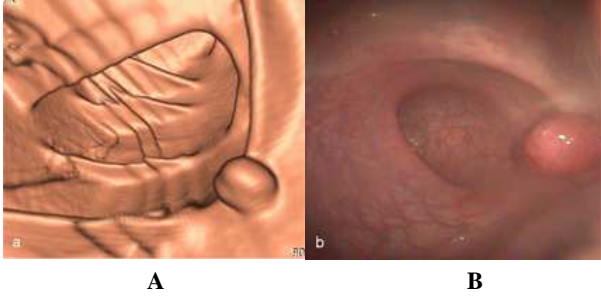
Fiberoptik kolonoskopide izlenen 22 polipin 20'si ÇKBT kolonoskopide doğru olarak saptandı (%91). 10 mm ve daha büyük boyuttaki 6 polipin hepsi (%100), 6-9 mm boyutları arasındaki 10 polipten 9 tanesi (%90), 1-5 mm boyutları arasındaki 6 polipten 5 tanesi (%83) BT kolonografisanal kolonoskopide doğru olarak saptandı (Resim 1). Doğru olarak saptanamayan 7 mm çapındaki bir polipin rezidü gayta, 3 mm çapındaki 1 polipin ise mukoza katlantıları ile karıştırıldığı anlaşıldı. Yanlış pozitif olarak saptanan 4 polipin retrospektif incelemesinde, bu poliplerin haustralar arasına girmiş gayta retansiyonu nedeniyle karışıklığa yol açtığı anlaşıldı. ÇKBT kolonografi-sanal kolonoskopi ile boyut farkı gözetmeksizin tüm poliplerde duyarlılığı %91, 10 mm'den büyük poliplerde %100, 6-9 mm arasındaki poliplerde %90, 5 mm'nin altındaki poliplerde %83 olarak bulundu (Tablo 2).

Kolorektal kanserli 8 hastanın 2'sinde fiberoptik kolonoskopik incelemede distal ok-

Tablo 1. Fiberoptik ve sanal kolonoskopide hasta sayısına göre lezyon tespiti.

Gruplar	Polip	Kitle	ÜK	CH	Div.	NK	N	Toplam
GPHS	7	8	2	1	2	1	-	21
GNHS	-	-	-	-	-	-	11	11
YPHS	1	-	-	-	-	-	-	1
YNHS	1	-	-	-	-	1	-	2

GPHS: Gerçek pozitif hasta sayısı, GNHS: Gerçek negatif hasta sayısı, YPHS: Yalancı pozitif hasta sayısı, YNHS: Yalancı negatif hasta sayısı, ÜK: Ülseratif kolit, CH: Crohn hastalığı, Div.: Divertikül, NK: Non-spesifik kolit, N: Normal.



Resim 1. 79 yaşında erkek olguda, çıkan kolonda yerleşen 7 mm çaplı polip izlenmektedir. (A) sanal kolonoskopi, (B) fiberoptik kolonoskopi görüntüleri.

Tablo 2. Sanal kolonoskopi tetkikinin polip boyutlarına göre lezyonu saptama duyarlılığı.

Gruplar	<5 mm	6-9 mm	>10 mm	Toplam
GPPS	5	9	6	20
YPPS	2	2	-	4
YNPS	1	1	-	2
Sensitivite%	83	90	100	91

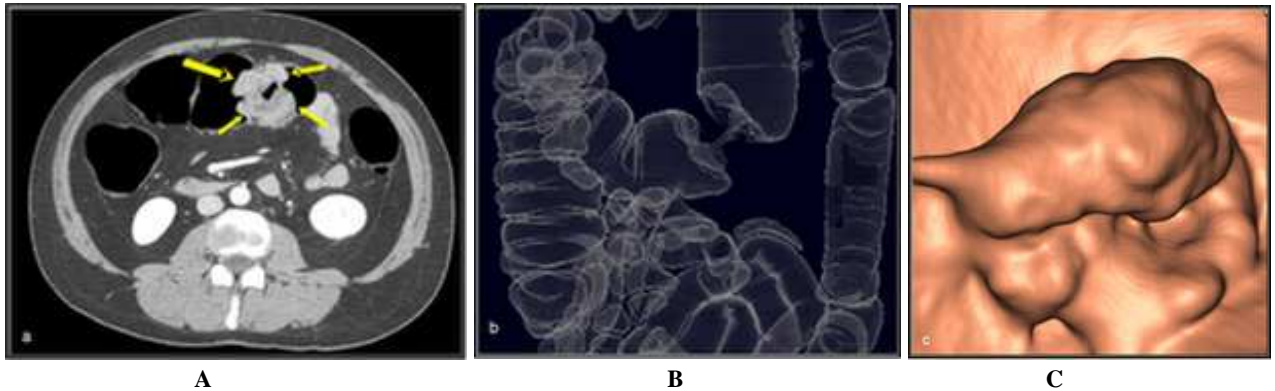
GPPS: Gerçek pozitif polip sayısı, YPPS: Yalancı pozitif polip sayısı, YNPS: Yalancı negatif polip sayısı.

lüzyondan dolayı proksimal kolon segmentlerinde inceleme yapılamadı. Geri kalan 6 hastanın tüm kolon lümeni değerlendirildi. BT sanal kolonoskopi ise malign kitle lezyonlu tüm hastalarda yapılabilir. Malign patolojiler intralümenal polipoid kitle veya lümeni daraltan, anüler tarzda asimmetrik duvar kalınlaşması şeklinde izlendi (Resim 2). Kanser tespiti için BT kolonografi-sanal kolonoskopi sensitivitesi %100 olup, kanser için ya-

lancı pozitif ve yalancı negatif tanı yoktu. 7 hastada tek segmentte, 1 hastada ise 2 segmentte (çekum ve sigmoid kolon) kitle lezyon tespit edildi. Sigmoid kolondaki kitle lezyonun oklüzyonuna bağlı proksimal segmentlerin izlenemediği 1 olguda, sanal kolonoskopiye transvers kolonda 7 mm çaplı polip saptandı. Dıştan bası nedeniyle fiberoptik kolonoskopi yapılamayan 1 olguda ise sanal kolonoskopi ile tranvers kolon ve hepatik fleksurada büyüğü 12 mm ebatlı olan 4 adet polip saptandı.

Kolon segmentlerine göre sanal ve fiberoptik kolonoskopiye tespit edilen kanser odağı sayısı en sık sigmoid kolonda (n= 4) olmak üzere, rektum (n= 1), transvers kolon (n= 2), hepatik fleksura (n= 1) ve çekumda (n= 1) bulundu. Polip sayısı ise yine en sık sigmoid kolonda (n= 5) olmak üzere, inen kolonda (n= 2), transvers kolonda (n= 4), hepatik fleksurada (n= 3), çıkan kolonda (n= 4) ve çekumda (n= 2) tespit edildi.

Kolorektal malignitelerin histopatolojik tanıları 1'inde müsinöz komponentli adenokarsinom, diğerlerinde ise adenokarsinom olarak bulundu. Fiberoptik kolonoskopiye saptanan 1-5 mm boyutundaki poliplerden 3'ü tübüler adenom, 2'si tübülovillöz adenom, 1'i hiperplastik polip tanısı aldı. 6-9 mm boyutları arasındaki 10 lezyondan 5'i tübüler adenom, 3'ü tübülovillöz adenom, 2'si adenomatöz polip tanısı aldı. 3 mm ve 7 mm çaplarındaki 4 polip ÇKBT kolonografi-sanal kolonoskopiye tespit edilemedi. Retrospektif değerlendirmede bu poliplerin gayta artığı ile karıştırıl-



Resim 2: 58 yaşında erkek olguda transvers kolonda yerleşen, lümeninde belirgin daralma yapan adenokarsinoma ait kitle (oklar) lezyonunun (A) aksiyel, (B) BT kolonografi, (C) sanal kolonoskopi görüntüleri. BT kolonografi tetkikinde (B) tümörün yol açtığı elma yeniği şeklinde hava sütunu defekti gözlenmektedir.

dığı anlaşıldı ve patolojik tanıları tübüler adenom olarak tespit edildi. 10 mm üzerindeki poliplerden 3'ü tübüler adenom, 2'si hiperplastik polip, 1'i tübülovillöz adenom tanısı aldı. Fiberoptik kolonoskopide distal oklüzyon ve dıştan bası nedeniyle proksimal segmentlerin izlenemediği ve sanal kolonoskopide tespit edilen 5 polip operasyonla doğrulandı. Bu poliplerden 4'ü tübüler adenom, 1'i hiperplastik polip tanısı aldı.

Fiberoptik kolonoskopi ve sanal kolonoskopide aynı zamanda ülseratif kolit, Crohn hastalığı, non-spesifik kolit gibi inflamatuvar değişiklikler ve divertikül saptandı.

Klinik olarak ülseratif kolit ön tanısıyla gelen olgunun BT kolonografi-sanal kolonoskopik incelemesinde, sigmoid kolon ve çekum düzeyinde daha belirgin olmak üzere duvar kalınlaşmaları, presakral mesafede genişleme, tüm kolon haustralarında düzleşme ve kurşun boru görünümü izlendi (Resim 3). Fiberoptik kolonoskopide ülseratif kolitle uyumlu mukozal ödem ve eksudasyon izlendi. Olgu histopatolojik olarak ülseratif kolit tanısı aldı.

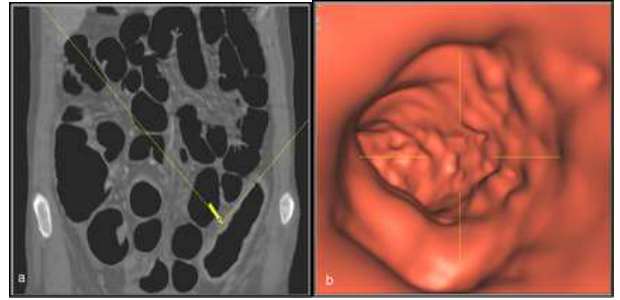
33 yaşında bayan hastaya Crohn hastalığı ön tanısıyla BT kolonografi yapıldı. İleumda, ileoçekal bölgede, inen kolon ve sigmoid kolonda, 8 mm'ye varan asimetrik belirgin duvar kalınlaşması vardı. Ayrıca çevre mezenterik yağlı planlar kirlili görünümünde izlendi. BT kolonografi sonucu inflamasyon (Crohn hastalığı) olarak değerlendirildi (Resim 4). Fiberoptik kolonoskopide ise terminal ileumda aftöz ülserler ve tüm kolon segmentleri boyunca atlamalı olarak bazıları birbiri ile birleşen aftöz ülserasyonlar ve yer yer kaldırım taşı tarzında ödem mevcuttu. Crohn hastalığı olarak düşünülen hastanın patoloji sonucu Crohn koliti olarak geldi.

Karın ağrısı ve anemi nedeniyle başvuran 2 olguda ise hem fiberoptik hem de sanal kolonoskopide multipl divertiküller izlendi (Resim 5).

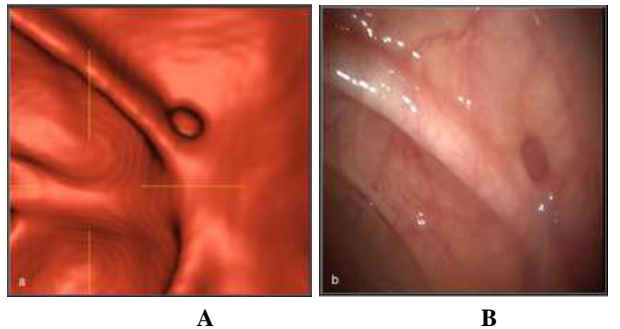
Kabızlık ve karın ağrısı şikayetiyle gelen 1 olguda BT kolonografi-sanal kolonoskopide rektosigmoidal bölgede inflamasyonla uyumlu simetrik duvar kalınlaşması ve lümen içerisinde düzensizlik saptandı. Diğer bir olgu ise normal olarak rapor



Resim 3. 36 yaşında bayan olguda ülseratif kolit bulguları. ÇKB kolonografi tetkikinde tüm kolon haustralarında düzleşme, kurşun boru görünümü, kolonda kısalma ve çekum düzeyinde lümen darlık izlenmektedir.



Resim 4. Crohn hastalığı olan 33 yaşında bayan olgu. MPR koronal görüntüde (A) inen kolon duvarında düzensizlik ve kalınlaşma (ok), sanal kolonoskopide (B) belirgin nodüler tarzda mukozal düzensizlik izlenmektedir.



Resim 5. 65 yaşında bayan olguda kolonda yerleşen divertiküle ait, (A) sanal kolonoskopi ve (B) fiberoptik kolonoskopi görüntüleri izlenmektedir.

edildi. Bu 2 olgunun fiberoptik kolonoskopisinde mukozal hiperemi izlendi. Patolojik tanı ise her iki olguda da non-spesifik kolit olarak geldi.

Çalışmamızda, BT kolonografi-sanal kolonoskopinin tüm kolon patolojilerindeki sensitivitesi %91, spesifitesi %92, pozitif prediktif değeri %95, negatif prediktif değeri %85, tanıda doğruluk oranı ise %91 olarak saptandı.

ÇKBT kolonografi yapılan olgularda aksiyel görüntülerin yanı sıra koronal ve sagittal görüntüler sadece kolon patolojilerini göstermekle kalmayıp, aynı zamanda batin içerisindeki diğer patolojileri de tanımlama imkanı sunar. Çalışmamızda da kolon patolojileri yanında aynı zamanda pankreas kanseri (n= 1), karaciğer metastazı (n= 2), karaciğer kisti (n= 1), dalak kisti (n= 1), böbrek kisti (n= 6), urakal kist (n= 1), gastrointestinal sistem kaynaklı stromal tümör (n= 1), sliding hernisi (n= 1), batında mayi (n= 3) ve lenfadenopatiler (n= 4) gibi patolojiler de saptandı.

Tartışma

Kolorektal kanserler gelişmiş ülkelerde ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan önemli bir sağlık sorunudur. Kolorektal neoplaziler maligniteler içinde 3. en sık görülen kanserler olup maligniteye bağlı ölümlerin en sık 2. nedenini oluştururlar. Erken teşhis ile bu morbidite ve mortalite büyük oranda azaltılabilir.¹⁰ Bu amaçla geliştirilen ve tavsiye edilen tarama yöntemleri ise tam anlamıyla ihtiyaca cevap verememektedir. İlk kez 1994 yılında Vining ve ark. tarafından tariflenen sanal kolonoskopi kısa süre içinde radyologlar, cerrahlar ve gastroenterologlar arasında popülerite kazanmış ve kolorektal hastalıklar yönünden tarama metodu olarak ortaya çıkmıştır.¹¹ Günümüzde kesitsel görüntüleme yöntemlerindeki teknolojik ilerlemeler ile kolorektal kanser tarama metodu olarak BT kolonografi-sanal kolonoskopi artan sıklıkla kabul görmeye başlamıştır.¹²

BT kolonografi-sanal kolonoskopi yapılacak hastalarda optimal bağırsak temizliği tetkikin kalitesi açısından ve doğru tanı konması bakımından büyük önem taşımaktadır. Kolonda gayta bulunması ve distansiyonun yetersiz olması tümör saptama

sensivitesini azaltır. Bu amaçla tetkikten 1 gün önce hastalara oral polietilen glikol veya oral fosfat sodyum (Fleet phospho soda) ya da hint yağı verilmelidir. Oral polietilen glikol preparatları kolon temizliğini iyi yapmakla birlikte kolon içerisinde belirgin rezidü sıvı kalmaktadır. Bu nedenle oral hint yağı preparatları ya da oral fosfat sodyum, kullanımlarının kolay olması ve kolonu diğer preparatlara göre daha kuru biçimde temizlemeleri nedeni ile tercih edilirler.¹³ Bizim çalışmamızda da oral fosfat sodyum preparatları kullanıldı ve olguların çoğunda yeterli ve kuru bağırsak temizliği sağlanabildi.

Yapılan çalışmalarda kolon distansiyonunun iyi olması, spazmın azaltılması ve peristaltizmin durdurulması için intravenöz glukagon veya buskopan verilmesi önerilmektedir.¹⁴ Ancak bu ilaçların etkinliği tartışmalıdır. Buskopanın bu amaçla glukagondan daha iyi olduğu söylenmektedir. Buskopan antikolinergik etkisi nedeniyle glokomu ve kardiyovasküler hastalığı olanlarda kontrendikedir. Glukagonda ise hipersensitif reaksiyonlar gelişebilir. Feokromasitoma ve insülinomada kontrendikedir. Bu ilaçların kolonik distansiyona, hastanın konforuna veya doğruluk üzerine etkisi olmadığını düşünenler de vardır. Çalışmamızda bu ilaçların etkinliğinin tartışılması nedeniyle spazmolitik kullanılmamıştır.

Kolon distansiyonu için oda havası veya karbondioksit verilmektedir. Kolonun manuel olarak oda havası ile şişirilmesi bazen ağırlı distansiyonlara yol açmaktadır.¹³ Karbondioksitin kolon duvarından hızlı emilimi ve kana geçmesi, istenmeyen etkilere neden olabilmektedir. Bizim çalışmamızda oda havasıyla distansiyon hastalarda belirgin yakınmaya neden olmamıştır ve suboptimal distansiyon olan olguların sayısı da çok azdı. Tüm yazarlar arasında gelinen son nokta maksimal kolonik distansiyonun sağlanması gerektiğidir. BT kolonografi incelemelerinde kolonik distansiyonunun derecesini ve lokalizasyonunu görmek amacıyla topogram görüntü alınır. Bu amaçla Harvey ve ark. rektosigmoid bölge 3 cm, çıkan kolon en az 4 cm, inen ve transvers kolon 5 cm distandü olacak şekilde hava verdi.¹⁵ Taylor ve ark. ise kolonik duvar ve haustral foldların kalınlığına göre kolonik distansiyonu parsiyel kollaps (grade

1), suboptimal distansiyon (grade 2) ve optimal distansiyon (grade 3) olarak sınıflandırdı.¹⁶ Optimal distansiyonu haustral foldların 2 mm'den daha az kalınlıkta olması, segmentlerin tümünde ince kalem ucu şeklinde kolonik duvar olması şeklinde tanımladı. Distansiyonda belli bir standartasyona ulaşmak maksadı ile biz de Harvey ve ark.nın uyguladığı parametreleri kullandık.

BT kolonografi-sanal kolonoskopide polip ve rezidüel gaytanın ayrımı önemlidir. İçerindeki hava tanecikleri olması, düzensiz konturları ve heterojen iç yapıları, supin ve pron taramada yer değiştirmeleri rezidüel gaytanın özellikleridir. Ancak bu ayrım her zaman mümkün olmamaktadır. Bu açıdan intravenöz kontrast madde (İVKM) verilmesi polip-gayta ayrımında faydalı bilgiler verir.¹³ Ayrıca İVKM kullanılması, batin içi organların optimum değerlendirilmesine ve ek patolojilerin saptanmasına da katkıda bulunmaktadır. İnce kesitler alındığında lezyonların morfolojik özellikleri 2B ve 3B çalışmalarda daha iyi incelenebilmektedir. Bu özellikler daha iyi tanımlanabildiğinde de yanlış pozitiflik oranları azalmaktadır.^{13,15}

Rezidüel gayta gibi yanılıgı nedenlerinin ekartasyonu ve kollabe segmentlerin de değerlendirilmesi için, tüm yazarlar arasında supin ve pron pozisyonlarda inceleme yapılması gerektiği konusunda fikir birliği sağlanmıştır.¹³ Supin ve pron pozisyonlarda tarama yapılmasının bir zorunluluk olması nedeni ile BT kolonografi tetkikinde hastaya verilen radyasyon dozunun azaltılması gündeme gelmiştir. Johnson ve ark. diğer tarama parametreleri sabit olmak kaydıyla 70 mA ile 280 mA kullanılarak elde edilen görüntülerin kalitesi arasında belirgin fark olmadığı sonucuna varmıştır.¹⁷ Buna karşılık mA'nın 70 mA'ya düşürülmesi radyasyon dozunu %75 azaltmaktadır. Literatürde sanal kolonoskopi için kullanılan mA değerleri 70-200 mA arasında değişmektedir. Biz de çalışmamızda mA'yı özellikle pron pozisyonda düşürerek radyasyon dozunu azaltmayı amaçladık.

Yapılan çalışmalarda yalancı pozitif bulguların majör sebepleri rezidüel fekal materyal, sıvı kalıntısı, suboptimal bağırsak distansiyonu, bulböz haustral foldlar ve solunumsal artefaktlar olarak belirtilmiştir.^{12,18} Yanlış negatif sonuçların en ö-

nemli sebepleri olarak yeterli distansiyonu sağlamamış bağırsak ansları, küçük polip boyutları, yassı polipler ve değerlendirme hataları gösterilmiştir.¹³ Özellikle yassı polipleri morfolojileri nedeni ile BT kolonografi tetkikinde değerlendirmek oldukça güçtür. Bizim çalışmamızda tespit edilen yassı adenom bulunmamaktaydı. Aksiyel görüntülerde, bulböz foldlar pediküllü bir polipe benzer görünüm oluşturabilmektedirler. Ancak multiplanar reformat ve endoluminal sanal görüntülerle yapılan dikkatli bir incelemede bu iki antite genellikle ayrılabilir.

Literatürdeki sanal kolonoskopi araştırmalarının sonuçları bu görüntüleme yönteminin yakın bir gelecekte kolorektal hastalık tarama yöntemleri içerisinde önemli bir yer edineceğini göstermektedir. Günümüzde bu tetkik spiral ve ÇKBT cihazları ile yapılmaktadır. Spiral BT cihazı ile yapılan BT kolonografi tetkikinde eğer hasta 30-40 sn'den fazla nefes tutamıyor ise, en az 5 mm veya daha kalın kesitler ile çekim mümkün olabilir. Ancak ÇKBT cihazı ile çok kısa bir sürede tüm abdomeni tarayabilecek şekilde 1 mm kalınlığında kesitler alınabilmektedir. Böylece hızlı çekim süresi ve sağladığı uzaysal rezolüsyon sonucu oldukça kaliteli sanal rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir. Veri elde etme hızının artması sebebiyle de daha az solunum artefaktı ve daha iyi bağırsak distansiyonu elde edilebilmektedir. İnce kesitler alabilmesi sayesinde kaliteli multiplanar reformat görüntüler ve 3B sanal endoskopik incelemeler yapılabilmektedir.¹³ Bu avantajları ile ÇKBT kolonografinin kolorektal polipleri saptamada sensitivite ve spesifite oranı spiral BT'ye oranla artmaktadır.

Hara ve ark.nın spiral BT ile yaptıkları bir çalışmada, endoskopik olarak kanıtlanmış 30 polipte, 10 mm'den büyük poliplerde sensitivite %100, 6-9 mm arasındaki poliplerde %71, 5 mm'den küçük poliplerde ise %28 olarak bildirilmiştir.¹² Wessling ve ark.nın ÇKBT ile endoskopik olarak gösterilmiş 30 polipte yaptığı çalışmada ÇKBT kolonografi sensitivitesi, 10 mm üzerindeki poliplerde %100, 6-9 mm arasındaki poliplerde %86 ve 5 mm'nin altındaki poliplerde %70 olarak bildirilmiştir.¹⁹ Ayrıca ÇKBT cihazlarında dedektör sayısı arttıkça da tanısal doğruluk oranı artmaktadır. 16 ve 4

dedektörlü BT arasında sanal kolonoskopi yönünden yapılan karşılaştırmada 16-dedektörlü BT ile teorik olarak polip tespit oranında artış, yalnızca pozitif bulguların oranında ise azalma tespit edilmiştir. 16-dedektörlü BT ile yapılan bir çalışmada sensitivite 10 mm'den büyük poliplerde ve malign kitle lezyon tespitinde %100, 6-9 mm arasındaki poliplerde %94, 5 mm'nin altındaki poliplerde %84 olarak bulunmuştur.¹⁸ Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Polip tespiti yanında sanal kolonoskopinin kolorektal kanser tespiti ve evrelendirmesinde de oldukça başarılı olduğu bildirilmektedir. 52 hastalık bir çalışma grubunda 38 karsinom olgusundan 30'unda sanal kolonoskopi ile doğru evrelendirilme yapılmıştır. Royster ve ark.nın kolorektal kanserden şüphelenilen 20 hastada yaptıkları çalışmada 2 cm'den büyük 20 kitle lezyonu sanal kolonoskopide doğru olarak tanımlanmıştır.²⁰ Bu çalışmada sanal kolonoskopide 20 hastadan 18'inde kitlenin proksimali değerlendirilebilirken fiberoptik kolonoskopide ancak 12 hastada proksimal kolon değerlendirilebilmiştir. Tıkayıcı kolon kanserlerinde diğer segmentlerin görüntülenmesi önemlidir, çünkü kolon kanserli hastaların %1.5-9'unda eşzamanlı başka kanser olma olasılığı ve %27-55'inde eşlik eden polip varlığı söz konusudur. Bizim çalışmamızda da bir hastada hem çekumda hem de sigmoid kolonda yerleşen eşzamanlı kanser tespit edildi. Ayrıca tıkayıcı kolon kanseri ve kolona dıştan bası nedeni ile fiberoptik kolonoskopi tetkiki tamamlanamayan 2 hastada transvers kolon ve hepatik fleksurada polipler saptandı ve sonuçlar operasyon esnasında doğrulandı. Bu polipler fiberoptik kolonoskopide tespit edilmediği için çalışma dışı bırakıldı.

Biz çalışmamızda kolorektal polip ve kanserler yanında ülseratif kolit, Crohn hastalığı, divertikül ve non-spesifik kolit gibi patolojileri de tespit ettik. BT kolonografi-sanal kolonoskopinin tüm kolon patolojilerindeki sensitivitesi %91, spesifitesi %92, tanıma doğruluk oranı ise %91 olarak saptandı.

ÇKBT ile yapılan sanal kolonoskopi, fiberoptik kolonoskopiye göre çok sayıda avantajlara sahiptir. En önemli avantajı bir tarama testi

olarak minimal invaziv olmasıdır. Sanal kolonoskopi hasta için birkaç dk.lık bir işlemdir ve fiberoptik kolonoskopideki gibi anestezi veya sedasyon gerektirmez. Fiberoptik kolonoskopide %1'den az da olsa ciddi komplikasyon riski mevcuttur. Girişim yapılırsa komplikasyon oranı %5'lere doğru artış göstermektedir.²¹ Üstelik fiberoptik kolonoskopide orta riskli hastaların %5-10'unda tüm kolonda değerlendirilme yapılamamaktadır.²² Fiberoptik kolonoskopide her ne kadar kolon perforasyon riski düşük de olsa bu risk her zaman mevcuttur. Bu nedenle sanal kolonoskopi özellikle yaşlı hastalarda fiberoptik kolonoskopiye iyi bir alternatif görüntüleme metodudur. Değerlendirme süresi uzun olmakla birlikte hasta yönünden görüntü alınma zamanı kısadır. BT kolonografinin önemli bir avantajı 3B endoskopik görüntü ile birlikte 2B multiplanar rekonstrüksiyon ile ekstralüminal alanın da değerlendirilebilmesi ve lezyonun ekstralüminal yapılara göre de lokalize edilebilmesidir. Ayrıca kolonun ileri ve geri yönde görüntülenebilmesi, endoskopide haustral katlantılar arkasına gizlenen poliplerin tespitinde avantaj sağlamaktadır.¹³ Bunun yanında kolon duvar kalınlığının, kolon dışı yapıların ve lezyonların değerlendirilebilmesi, kolon karsinomu nedeni ile opere edilen hastalarda hem kolonda olabilecek rekürrens saptanması hem de aynı anda metastaz taramasının yapılabilmesi önemli avantajlarıdır.

Sanal kolonoskopinin dezavantajları ise öncelikle bağırsak temizliğinin fiberoptik kolonoskopideki gibi yine gerekli olmasıdır.²³ Rezidü gayta nedeniyle kolorektal patolojiler yönünden yanlış tanıya gidilebilir. Diğer bir dezavantajı özellikle rektosigmoid bölgede bazen yeterli distansiyon olmamasıdır. İyi distandü olmayan kolon segmentleri değerlendirilemez, hatta bazen kolorektal yapıları taklit edebilir. Yassı adenomları saptamada duyarlılığı düşüktür. Mukozal yapıyı değerlendirmek güçtür, rengindeki değişiklikleri değerlendirmek ise mümkün değildir. Bunlardan daha önemlisi sanal kolonoskopi en iyi ihtimalle ancak bir tarama testidir ve sadece lezyonun varlığını tespit eder. Yani sanal kolonoskopide tespit edilen lezyonun fiberoptik kolonoskopide konfirme ve tedavi edilmesi gerekir.¹³ Değerlendirme zamanının

uzun olması da yoğun iş yükü içerisinde bu tetkikin tarama testi olarak yaygınlaşmasını güçleştirecek bir dezavantajdır. Ancak bu sürenin de yeni teknik gelişmeler ile azalması söz konusudur. Bu teknik gelişmeler arasında otomatik yol planlaması, aynı anda ileri ve geri görüntüleme, kolonun dijital olarak düzleştirilmesi ve açılması, panoramik endoskopi ve harita projeksiyonları sayılabilir.²⁴

Sonuç olarak, BT teknolojisindeki gelişmeler ve ÇKBT kullanımının artması ile BT kolonografi ve 3B sanal endoskopik uygulamaları, kolorektal hastalıkların taranmasında minimal invaziv bir görüntüleme tekniğidir. ÇKBT ile yapılan sanal kolonoskopi, özellikle polip ve kanser olmak üzere kolorektal hastalıklarda tarama ve tanı amacıyla diğer görüntüleme yöntemlerine iyi bir alternatif olabilir. Bizim çalışmamızda da kolorektal hastalıkların yüksek oranda saptanma oranı güncel literatür bulgularıyla uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Harvey CJ, Renfrew I, Taylor S, Gillams AR, Lees WR. Spiral CT pneumocolon: Applications, status and limitations. *Eur Radiol* 2001;11:1612-25.
2. Yee J, Akerkar GA, Hung RK, Steinauer-Gebauer AM, Wall SD, McQuaid KR. Colorectal neoplasia: Performance characteristics of CT colonography for detection in 300 patients. *Radiology* 2001;219:685-92.
3. Ferrucci JT. Virtual colonoscopy for colon cancer screening: further reflections on polyps and politics. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:795-7.
4. Nelson D, McQuaid K, Bond J, Lieberman D. VA Cooperative colonoscopy screening Group. *Gastrointest Endosc* 1999;49:A65.
5. Rex DK, Cutler CS, Lemmel GT, Rahmani EY, Clark DW, Helper DJ, et al. Colonoscopic miss rates of adenomas determined by back-to-back colonoscopies. *Gastroenterology* 1997;112:24-8.
6. Waye JD, Bashkoff E. Total colonoscopy: Is it always possible? *Gastrointest Endosc* 1991;37:152-4.
7. 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. American Cancer Society Detection and Treatment Advisory Group on Colorectal Cancer. *CA Cancer J Clin* 1997;47:154-60.
8. Oto A, Değer A, Koçer I, Sivri B, Özaslan E, Besim A. Kolorektal poliplerin ve kitlelerin saptanmasında spiral BT kolonografinin tamsal etkinliği. *Tani Girişim Radiol* 2001;4:541-52.
9. Fenlon HM, Nunes DP, Schroy PC 3rd, Barish MA, Clarke PD, Ferrucci JT. A comparison of virtual and conventional colonoscopy for the detection of colorectal polyps. *N Engl J Med* 1999;341:1496-503.
10. Vogelstein B, Fearon ER, Hamilton SR, Kern SE, Preisinger AC, Leppert M, et al. Genetic alterations during colorectal-tumor development. *N Engl J Med* 1988;319:525-32.
11. Vining DJ, Gelfand DW. Noninvasive colonoscopy using helical CT scanning. 3D reconstruction, and virtual reality. Presented at: 23rd Annual Meeting, Society of Gastrointestinal Radiologists, Maui, Hawaii, February, 1994.
12. Hara AK, Johnson CD, Reed JE, Ahlquist DA, Nelson H, Ehman RL, et al. Detection of colorectal polyps by computed tomographic colography: Feasibility of a novel technique. *Gastroenterology* 1996;110:284-90.
13. Bakir B, Yekeler E, Tunaci M, Tunaci A, Acunas B, Acunas G. Diagnostic efficiency of multislice computed tomography colonography in the detection of colorectal tumors: Comparison with conventional colonography. *Tani Girişim Radyol* 2004;10:218-29.
14. Luboldt W, Bauerfeind P, Wildermuth S, Marincek B, Fried M, Debatin JF. Colonic masses: Detection with MR colonography. *Radiology* 2000;216:383-8.
15. Harvey CJ, Amin Z, Hare CM, Gillams AR, Novelli MR, Boulos PB, et al. Helical CT pneumocolon to assess colonic tumors: Radiologic-pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:1439-43.
16. Taylor SA, Halligan S, Goh V, Morley S, Bassett P, Atkin W, et al. Optimizing colonic distention for multi-detector row CT colonography: Effect of hyoscine butylbromide and rectal balloon catheter. *Radiology* 2003;229:99-108.
17. Johnson CD, Hara AK, Reed JE. Computed tomographic colography (Virtual colonoscopy): A new method for detecting colorectal neoplasms. *Endoscopy* 1997;29:454-61.
18. Chung DJ, Huh KC, Choi WJ, Kim JK. CT colonography using 16-MDCT in the evaluation of colorectal cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:98-103.
19. Wessling J, Fischbach R, Domagk D, Luger N, Neumann E, Heindel W. Colorectal polyps: Detection with multi-slice CT colonography. *Rofo* 2001;173:1069-71.
20. Fenlon HM, McAneny DB, Nunes DP, Clarke PD, Ferrucci JT. Occlusive colon carcinoma: Virtual colonoscopy in the preoperative evaluation of the proximal colon. *Radiology* 1999;210:423-8.
21. Waye JD, Lewis BS, Yessayan S. Colonoscopy: A prospective report of complications. *J Clin Gastroenterol* 1992;15:347-51.
22. Gönen Ö. Kolon ve ince bağırsak tümörleri. İliçin, Ünal, Biberöglü (yazarlar). *Temel İç Hastalıkları*. 1. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 1996. p.1023-30.
23. Gluecker T, Dorta G, Keller W, Jornod P, Meuli R, Schnyder P. Performance of multidetector computed tomography colonography compared with conventional colonoscopy. *Gut* 2002;51:207-11.
24. Fenlon HM. Virtual colonoscopy. *Br J Surg* 2002;89:1-3.