

Sanal Kolonoskopi

Uzm. Dr. Koray Tuncer, Prof. Dr. Ömer Özütemiz

Ege Tıp Fakültesi İç Hastalıkları ABD, Gastroenteroloji BD, İzmir

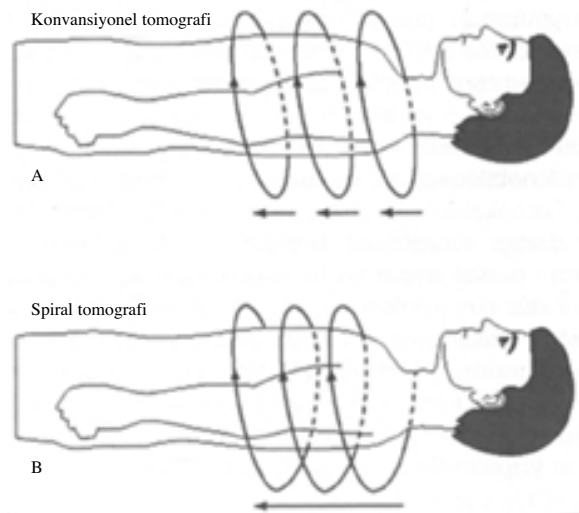
Sanal kolonoskopi, bilgisayarlı tomografi (BT)'ye eklenen gelişmiş teknolojilerle kolon mukozasının üç boyutlu görüntüsünün oluşturulup klasik kolonoskopidekine benzer biçimde görülmesini sağlayan yeni bir tekniktir. İlk çalışmalar bu yöntemin baryumlu kolon grafisinden daha üstün olduğunu ve sensitivitesinin konvansiyonel kolonoskopiye yaklaştığını düşündürmektedir. Bu derleme, sanal kolonoskopiye mümkün kılan teknik gelişmeleri, klasik endoskopiye ve görüntüleme yöntemlerine karşı avantajlarını özetlemektedir.

Radyoloji, teknoloji temelli bir bilimdir. Tıbbın en hızlı gelişen uzmanlık alanlarından birini oluşturur, çünkü bilgisayar teknolojisi ve bununla birlikte görüntüleme modelleri çok hızlı gelişmektedir. Yakın zamana dek görüntü işlemek için özel iş istasyonları gerekirken, günümüzde kişisel bir bilgisayar yeterli olmaktadır.

KLASİK VE SİRAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

1973 yılında Godfrey Hounsfield tarafından icat edilen bilgisayarlı tomografi, bir cismin etrafında dönen X ışını tüpünden oluşuyor ve tüp dolaşırken tek boyutlu görüntü alıyordu (1). Matematiksel algoritmeler ve dijital özelliklerle vücut kesitlerinin iki boyutlu görüntüsü oluşturuldu. Yakın zamana kadar teknik engeller nedeniyle tüp 360° derece dönemiyor, kesit alındıktan sonra X ışını tüpü orijinal konumuna getiriliyor, bu sırada hastanın yattığı masaya bir sonraki noktaya ilerliyor ve tüm işlem yeniden başlıyordu (Şekil 1a). Bu yöntem değişebilen kalınlık ve bölümlerin ardışık kesitlerinden oluşmaktaydı ve göreceli olarak zaman kaybettiriciydi.

Kompleks kayan halka teknolojisi, X ışını tüpünün görüntü elde edilmesi sırasında devamlı dönmesini ve tüpe daha fazla güç vererek, pozlandırmanın uzatılmasını sağladı. Bu gelişmenin hasta masasının devamlı hareketiyle kombinasyonu ile işlem tek seansta ve hızlı yapılabilecekti. Nesne tarayıcıdan geçerken tüp devamlı döndüğü için, X ışını vücut çevresinde spiral bir yol izliyordu (şekil 1b), bu nedenle yöntem spiral BT olarak tanımlandı (2).



Resim 1. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografide nesnenin ardışık 360° derecelik kesitler alınır (A); spiral bilgisayarlı tomografide tüp tarayıcıdan kesintisiz hareketle geçen nesnenin etrafında devamlı döner (B) (Garvey CJ, Hanlon R. Computed tomography in clinical practice. BMJ 2002; 324: 1077-80).

Spiral BT'nin birkaç avantajı vardır. Belirgin olarak hızlıdır, bu sayede işlem tek inspiriumda yapılabilir. Böylece eskiden kesitlerin alınması sırasında düzensiz inspirasyonun neden olduğu kayıt artefaktları yok edilir. Azalmış tarama süresi, ek olarak bazı organlarda kontrastı artırmak için iv kontrast madde kullanılması gerektiğinde, araştırılan vücut bölgesinin tamamının maksimum kontrastta görüntülenmesini sağlar. Spiral BT'de elde edilen verilerde üç boyutta devamlılık söz konusudur, yani volümetriktir. Her ne kadar görüntüler tek boyutlu gibi görünse de, bunlar gerçekte üç boyutlu olan verilerden üretilmiş iki boyutlu rekonstrüksiyonlardır.

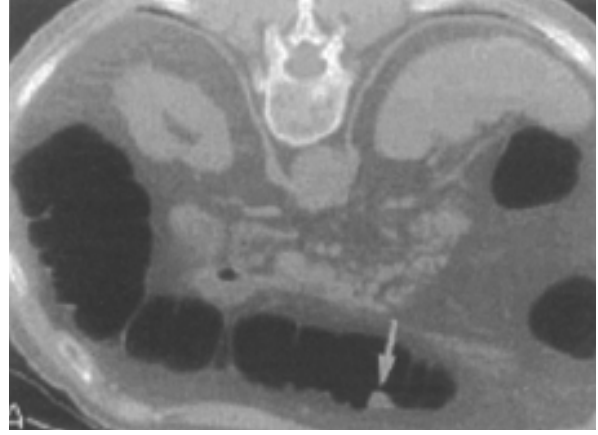
KOLON VE BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Bu teknik gelişmelere paralel olarak, kolon lümeninin BT ile görüntülenmesi konusundaki tutum değişmiştir. Önceden BT'nin batin ve pelviste solid organlar için çok uygun olduğu, kolonun oral veya rektal yoldan verilen kontrast maddelerle görüntüleneceği ve hastalıkların tanınacağı düşünülürdü. BT'nin kolon incelemelerinde birincil tetkik olarak kullanılması düşüncesi; düşükün, yaşlı hastaların klasik kolonoskopilerine veya radyolojik incelemelerinde baryumlu lavman tetkiklerine alternatif aranması sonucunda ortaya çıkmıştır (3).

Gerçekten de yakın zamanda baryumlu tetkikte uygulanan prensiplere uyulduğu taktirde (kolonun distansiyonu, yeterli doku kontrastı, İV düz kas gevşeticilerle geçici paralizi sağlanması [1 mg glukagon iv; çekimden hemen önce]) kolonun spiral BT ile mükemmel bir şekilde detaylı olarak görüntülenebileceği anlaşılmış ve bu yöntem "spiral BT pnömokolon" olarak tanımlanmıştır (4). Tam kolon hazırlığı sonrasında, hastaların kolonu hava ile tam olarak şişirilir ve BT çekiminden hemen önce İV düz kas gevşetici uygulanır. Yeterli distansiyon elde edildiğinde, tercihen aynı anda İV bir kontrast madde de verilerek, tüm kolonu kapsayan spiral BT incelemesi yapılır. Beş mm X ışını kollimasyonu, 5-10 mm/sn masa hızı kullanılır. Bu şekilde yapılan tetkik sayesinde; küçük polipler de ortaya konabilir (şekil 2).

SANAL KOLONOSKOPI

İlk olarak Vining ve ark. tarafından 1994 yılında tanımlanan sanal kolonoskopi, spiral bilgisayarlı tomografi pnömokolon görüntülerinin işlenmesiyle yapılır (5). Lümen içindeki gaz ve bunu çevreleyen

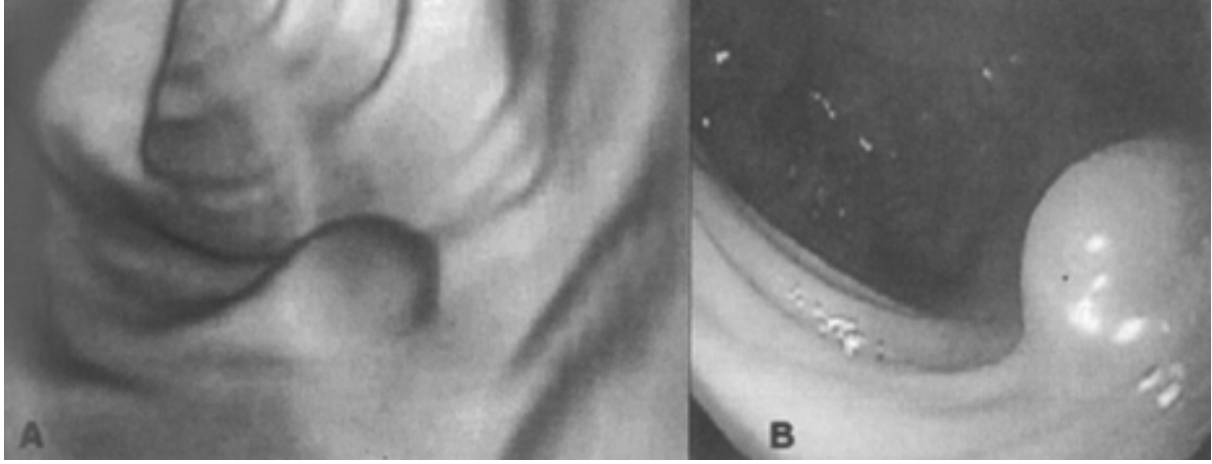


Resim 2. Prone pozisyonunda hastada spiral bilgisayarlı tomografi pnömokolon tetkiki. Kolon hava ile şişirilmiş ve lümen çevresindeki yumuşak doku ile keskin kontrast oluşturmuştur. Transvers kolonda 10 mm'lik polip görülmüştür (ok) (Halligan S, Fenlon HM. Science, medicine, and the future Virtual colonoscopy. BMJ; 1999; 319: 1249-52).

kolon duvarındaki gaz ve yumuşak dokuların yarattığı belirgin kontrast farkı üç boyutlu görüntülerin işlenmesini kolaylaştırarak kolonun grafik görüntülerinin oluşturulmasına ve bunun içinde izleyicinin "gezinmesine" izin verir (şekil 3).

Sırtüstü yatan bir hastanın spiral BT pnömokolon tetkiki sırasında üst abdomeni kapsayan ilk 15-20 saniyede hasta nefesini tutmalıdır; işlemin kalan süresinde solunuma yüzeyel olarak devam edilebilir. Genellikle işlem hasta yüzüstü yatarken de tekrarlanır; bu sayede tüm kolon segmentleri distandü olarak görüntülenir. Rekonstrüksiyon parametreleri değişebilirse de tipik bir çalışmada kesitler 2 mm aralık ve 3 mm örtüşme ile alınır. Veriler perspektif ve volümü işleyebilecek yazılımın olduğu bağımsız bir iş istasyonuna yüklenir. Bilgisayar rektumdan çekuma lümen içinde bir gezinti hazırlar ve aynı işlemi diğer yönde tekrarlar.

Antegrad ve retrograd sanal kolonoskopi "sine loop" formatında saklanır ve doğrudan iş istasyonu monitöründen izlenebilir. Görüntü analizi etkileşimlidir ve radyolog işlenmiş mukozayı herhangi bir açıdan görebilir, en dar lümeden geçebileceği gibi, kolon duvarını komşu dokulara doğru transvers olarak da geçebilir. Sanal çalışmalar genellikle standart bilgisayarlı tomografi ile kombine edilmektedir. Bilgisayar aynı zamanda yorumlamaya yardım edebilecek, kolonun uzun eksenini boyunca ortogonal açıda iki boyutlu görüntüler oluşturabilir.



Resim 3. Transvers kolonda 10 mm'lik polibin sanal kolonoskopi görüntüsü (A); hemen sonra yapılan konvansiyonel kolonoskopide aynı polip (B). (Şekil 2 ile aynı hasta) (Halligan S, Fenlon HM. Science, medicine, and the future Virtual colonoscopy. BMJ; 1999: 1249-52).

DİĞER YÖNTEMLERLE KARŞILAŞTIRMASI

En sık kullanılan tarama testi olan gaitada gizli kan (GGK) testi belirli bir yaşın üzerinde, 1-2 yılda bir uygulandığında kolorektal kanser insidensini değiştirmez, ancak mortaliteyi az da olsa azaltır (6). GGK testi yapısal testlerle karşılaştırıldığında, kolorektal kanser için sensitivitesi %20-50 ve premalign adenomlar için % 5-15 olarak açıklanmıştır (7).

Kontrollü çalışmalar proktosigmoidoskopinin rektosigmoid kanser insidansı ve mortalitesini azalttığını, fakat proksimalde lokalize kolon kanserine etkisi olmadığını göstermiştir (8). Buna karşın sanal kolonoskopi ile proksimal kolon da araştırılır ve daha yararlı sonuç verir. Kliniğimizde yapılan bir çalışmada, klasik kolonoskopide saptanan poliplerin % 62.8'inin sadece splenik fleksuranın distalinde yerleştiği, % 25.9'unun ise hem distal hem proksimal yerleşim gösterdiği belirlendi. Çalışmamızda poliplerin % 11.3'ü sadece splenik fleksuranın proksimalinde yerleşmişti ve bu nedenle tam kolonoskopi yapılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır (9).

Sanal kolonoskopi, lavman opaklı kolon grafisine göre bazı avantajlara sahiptir. Lavman opaklı kolon grafisi tüm kolonu görüntüler, fakat görüntüler birkaç planla sınırlıdır ve süperpoze radyopak gölgeler yorumlamayı zorlaştırır. Lavman opaklı kolon grafisi ile polip saptanması oranı yayınlanmış çalışmalarda değişkenlik gösterir. Sanal kolo-

noskopi, teorik olarak daha güçlü bir görüntüleme yöntemidir; endoluminal görüntüleme ile ve yanıtıcı süperpoze görüntüler elimine edilerek tanı doğruluğu arttırılır. Karşılaştırmalı çalışmaların ilk sonuçları sanal kolonoskopinin polipleri saptamada lavman opaklı kolon grafisinden daha az yanlış pozitif sonuç verdiğini göstermektedir (10). Lavman opaklı kolon grafisinden farklı olarak sanal kolonoskopi, lezyon dansitesi, kolon duvar kalınlığı, perikolonik oluşumlar hakkında da bilgi verir ve tanusal maniplasyonlar hastada değil sanal görüntülerde yapılır. Sanal kolonoskopi'de kullanılan röntgen ışını miktarı tek kontrastlı lavman opaklı grafinin yansı kadardır (11). Tek çekim için bu fark önemli değilse de, sık tarama ve takip gereken hastalarda önemli olabilir. Sanal kolonoskopide sıvı kontrast kullanılmadığı için, gerekli olabilecek bir polipektomi aynı gün ek bir barsak hazırlığı yapılmadan uygulanabilir. Gelecekte sanal görüntüde gaitaya dijital substraksiyon ("sanal hazırlık") uygulanacak ve katartik lavman uygulamanın güçlüğü ortadan kaldırılacaktır.

En duyarlı ve spesifik tanı yöntemi olmasına rağmen kolonoskopi, genel popülasyonda pahalı olması, açmı yapabilmemesi, rahatsızlık hissi gibi nedenlerle kanser taraması için kullanılmamıştır. Yüksek riske sahip gruplarda yapılan prospektif çalışmalar kolonoskopinin kolorektal kanser insidansı ve mortalitesini azalttığı gösterilmiştir (12). Sanal kolonoskopi, daha güvenli olması, sedasyon gerektirmemesi, daha az rahatsızlık hissedilmesi ve daha az maliyeti nedeniyle avantajlı gibi görülmektedir.

Bunun dışında kolonoskopide bazı olgularda sınırların çok belirli olmaması, kolonun uzunluğu ya da obstrüksiyon yapan lezyonlar nedeniyle lezyon yerini tam olarak belirlemek mümkün olmayabilir. Sanal kolonoskopide bu olasılıklar daha azdır. Son olarak ekstrakolonik abdomen ve pelviste tesadüfen ya da hayatı tehdit edebilecek ciddi lezyonlar da bu işlem sırasında ortaya konabilir.

Sanal ve klasik kolonoskopinin polip ve kanserlerin varlığını saptamada karşılaştırıldığı bazı çalışmaların sonuçları tablo 1'de verilmiştir.

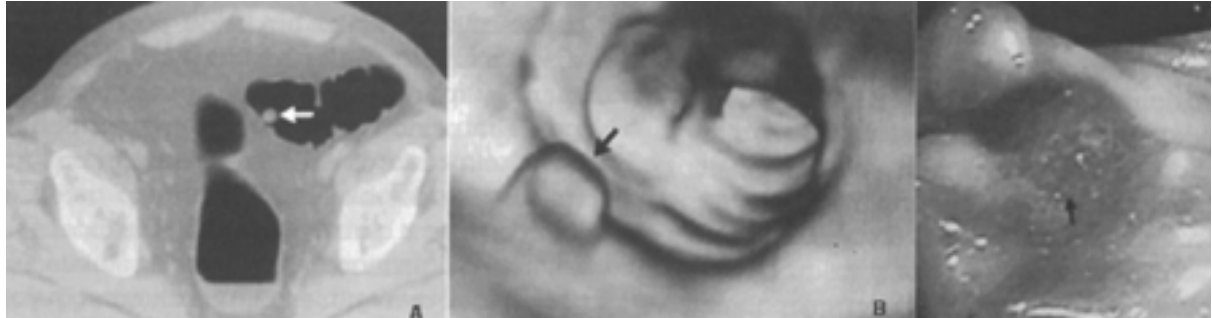
Tablo 1: Sanal ve klasik kolonoskopinin, polip ve kanserlerin varlığını saptamada karşılaştırıldığı bazı çalışmaların sonuçları.

	Fenlon ve ark. (13)	Spinzi ve ark. (14)	Bethge ve ark. (15)	Rex ve ark. (16)
Kanser	% 100	% 87	% 100	–
Polip > 9 mm	% 90	% 61	% 100	% 50
Polip 6-9 mm	% 82	%50	% 64	% 43
Polip < 6 mm	% 55	–	% 15	% 11

Bu çalışma sonuçlarına göre sanal kolonoskopinin polipleri ve büyük lezyonları saptamada sensitivitesinin genelde iyi olduğu, fakat çapı 6 mm'den küçük olan poliplerde ve küçük lezyonların saptanmasında sensitivitesinin azaldığı görülmüştür.

Sprinzi (14), yassı mukozal lezyonların tanınmasının nispeten zor olduğu ve hastanın suboptimal hazırlanmasının bir çok yalancı-negatif sonucun nedeni olduğu kanısına varmışlardır. Rex (16) poliplerin saptanmasında sanal kolonoskopide ortaya çıkan düşük oranları örnek sayısının azlığına ve öğrenme eğrisinin etkisine bağlı olabileceğini düşünmüşlerdir. Bu çalışmada sağ kolondaki 20 mm'den büyük üç adet yassı adenom sanal kolonoskopide görülemedi. Hara ve (11) 10 hastada kolonoskopi ile saptanmış 30 polibi sanal kolonoskopi ile kontrol etmişlerdir. Boyutlarına göre değerlendirildiğinde; > 1 cm olan poliplerde %100, 5-9 mm arası olanlarda % 71, < 5 mm olanlarda ise % 28 oranında başarı sağlanmıştır (17). Dachman ve ark., aksial iki boyutlu imajlarla sınırlı endoluminal üç boyutlu görüntüleri kombine ederek 22 adet polibi olduğu bilinen 44 hastada \geq 8 mm boyutlu poliplerde sanal kolonoskopinin sensitivitesinin %83, spesifitesinin % 100 olduğunu bildirmişlerdir (18).

Fenlon ve ark., sanal ve klasik kolonoskopiye kolorektal polip saptamada karşılaştırmışlardır (19). Kolorektal kanser riski yüksek, yaş ortalaması 62 (50-77) olan 100 olgu incelenmiş. 100 olguda toplam 115 polip saptanmış (Şekil 4); sanal kolonoskopide sensitivite oranları \geq 10 mm olanlarda % 91,

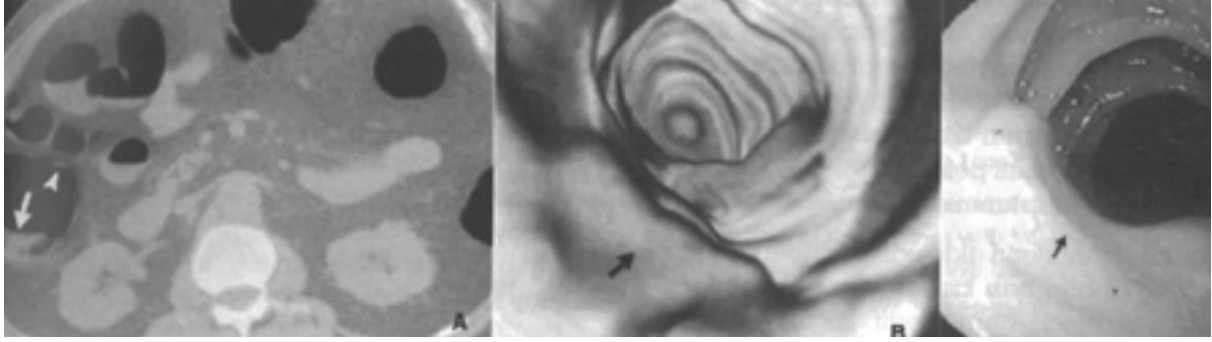


Resim 4. Kolonun iki boyutlu bilgisayarlı tomografisinde saptanan 8 mm'lik polip (A, ok); endoluminal üç boyutlu rekonstrüksiyon (B, ok); Aynı gün yapılan konvansiyonel kolonoskopide polip saptanmıştır (C, ok). Histoloji adenomatöz polip bulunmuştur. (Fenlon HM, Nunes DP, Schroy PC, Barish MA, Clarke PD, Ferrucci JT. A comparison of virtual and conventional colonoscopy for the detection of colorectal polyps. N Engl J Med 1999; 341: 1496-1503).

6-9 mm olanlarda % 82, 1-5 mm olanlarda % 55, toplamda ise % 71 bulunmuştur. Histolojik tiplere göre bakıldığında ise adenomatöz poliplerde sanal kolonoskopi sensitivitesi \geq 10 mm poliplerde %91, 6-9 mm poliplerde % 90, 1-5 mm olanlarda % 67, hiperplastik poliplerde; 6-9 mm boyutta % 71, 1-5 mm boyutta ise % 48 idi. Ayrıca çalışmada kla-

sik kolonoskopide saptanmış üç adet karsinom (biri sigmoid, biri transvers kolonda, biri de çekumda) sanal kolonoskopide de saptanmıştır (Şekil 5).

Katı gaita artışı bulunması, divertiküler hastalık ve buna bağlı kötü distansiyon nedeniyle kalın ve kompleks haustral kıvrımların polip olarak yorumlanması çalışmada 19 yalancı pozitiflik saptanma-



Resim 5. Aksial 2 boyutlu bilgisayarlı tomografide çekumda 25 mm'lik sesil karsinom (A, ok); aynı görüntüde çekumun karşı duvarında 6 mm'lik polip saptanmıştır (ok ucu); Endolüminal üç boyutlu görüntüde karsinom (B, ok) ve polip saptanmıştır (burada görülmüyor); Aynı gün yapılan konvansiyonel kolonoskopide karsinom (C, ok) ve polip saptanmıştır (burada görülmüyor); Histolojik incelemede adenokarsinom saptanmıştır. (Fenlon HM, Nunes DP, Schroy PC, 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: 1496-1503).

sına neden olmuştur. Sadece 2 yalancı pozitiflik temiz ve iyi distandü kolon bölgesinde saptanmıştır. Sanal kolonoskopide kanserler için yalancı pozitiflik söz konusu olmamıştır.

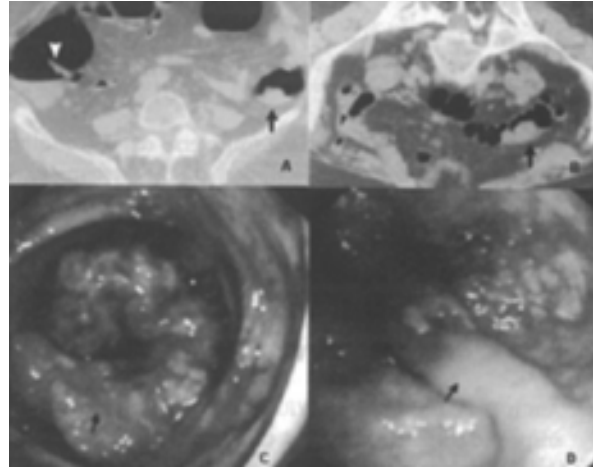
33 polip sanal kolonoskopide intralüminal sıvı artıkları ve kötü kolonik distansiyon nedeniyle gaita veya kıvrım olarak yorumlanmış ve yalancı negatifliğe neden olmuştur. Proksimal sigmoid kolondaki 25 mm'lik polip, gözden kaçırılan en büyük polip olmuştur, sanal kolonoskopide görülmesine rağmen sırtüstü ve yüzüstü pozisyonda yerinin dramatik değişmesi, uzun saplı bir polip olarak değil, gaita olarak yorumlanmasına neden olmuştur (Şekil 6).

KOLOREKTAL KANSER TARAMASINDA YERİ

Sanal kolonoskopinin doğuşu ile birlikte kolorektal kanser taramasında kullanılabileceği düşünülmüştür; fakat bu konu ile ilgili çeşitli tartışmalar mevcuttur. Sanal kolonoskopi kanser öncüsü olan adenomatöz polipleri yüksek doğrulukla saptamada oldukça güvenilirdir. Ek olarak tüm kolon kolonoskopiye kıyasla daha kolay taranabilir. Daha hızlıdır, güvenlidir, diğer organlar da aynı anda görüntülenebilir. Sanal çalışmalar yorumlamak çok sayıda görüntü varlığı nedeniyle baryumlu grafilerden daha az maharet gerektirir. Son olarak sanal kolonoskopi radyologlar tarafından yeni ve heyecan verici bir gelişme olarak algılanmaktadır ve bu heves gelecekte tarama programları için uzman kadroların oluşturulmasına yardımcı olabilir (20).

BEKLENEN GELİŞMELER

Sanal kolonoskopi şu an gelişiminin erken döneminde. Kullanılabilirliği net olarak gösterilmiştir, fakat sensitivite ve spesifitesini gösterecek çok merkezli çalışmalara gereksinim vardır. Benzer bir yöntem olan çok katmanlı (multislice) spiral BT ye-



Resim 6. Sırtüstü pozisyonda aksial CT görüntüsü inen kolonda 25 mm'lik kitle gösteriyor (A, ok); normal ileoçekal valvin bir kısmı da görülmektedir (ok ucu); Yüzüstü pozisyonda kitle belirgin olarak distale, sigmoid kolona doğru hareket ediyor ve karşı duvara doğru yer değiştiriyor (B, ok); İki görüntüde kitlede ortaya çıkan değişiklik nedeniyle kitle yanlış biçimde gaita olarak yorumlanmıştır. Konvansiyonel kolonoskopide desendan kolonda saplı 25 mm'lik kitle, adenomatöz polip (C, ok) ve 5 cm'lik saplı (D, ok) saptanmıştır. (Fenlon HM, Nunes DP, Schroy PC, 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: 1496-1503).

ni tanımlanmış olup bu teknikle tetkik süresi daha da kısalmıştır. Ayrıca spiral BT ile yapılan sanal kolonoskopi prensipleri radyasyon yan etkisi olmayan manyetik rezonans görüntülemeye kolayca uygulanabilir (21). MR sanal kolonoskopi ile otopsi kolon örneklerindeki suni poliplerde % 80-93 sensitivite, % 96 spesifite saptanmıştır (22).

Bir olguda görüntülerin elde edilmesinden sonra işlenmesi ve analizi bazı kısıtlamalar nedeniyle 30-60 dakika arasında sürmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler bu sürenin kısalmasını sağlayacaktır; ayrıca polip ve haustral kıvrım ayırımında ortaya çıkabilecek problemlerin daha kolay çözülmesini sağlayacaktır.

Başka görüntü işleme teknikleri de geliştirilecektir. Bu sayede konvansiyonel çift kontrast baryumlu kolon grafisi görüntüleri oluşturulabilecek, ya da kolon duvarı yapay olarak açılmış halde gösterilerek patolojik gözle görüntü değerlendirilebilecektir. Gezinme yazılımları da gelişmektedir, lüminal gezinti otomatize edilerek, ek olarak aynı anda antegrad ve retrograd görüntü sağlanabilecektir (20).

KAYNAKLAR

1. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of the system. *Br J Radiol* 1973; 46: 1016-22.
2. Garvey CJ, Hanlon R. Computed tomography in clinical practice. *BMJ* 2002; 324: 1077-80.
3. Fink M, Freeman AH, Dixon AK, Coni NK. Computed tomography of the colon in elderly people. *BMJ* 1994; 308: 101.
4. Amin Z, Poulos PB, Lees WR. Spiral CT pneumocolon for suspected colonic neoplasms. *Clin Radiol* 1996; 51:56-61.
5. Vining DJ, Gelfand DW, Bechtold RE, Scharding ES, Grishaw EK, Shifrin RY, et al. Technical feasibility of colon imaging with helical CT and virtual reality [abstract]. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162(S): 104.
6. Hardcastle JD, Chamberlain JO, Robinson MHE, Moss SM, Amar SS, Balfour TW, et al. Randomized controlled trial of faecal-occult blood screening for colorectal cancer. *Lancet* 1996; 348: 1472-7.
7. Ahlquist DA, Wieand HS, Moertel CG, McGill DB, Loprinzi CL, O'Connell MJ, et al. Accuracy of fecal occult blood screening for colorectal neoplasia: a prospective study using HemoQuant and Hemoccult. *JAMA* 1993; 269: 1262-7.

Günümüzde kabul edilebilir bir inceleme için tüm kolon temizliği gereklidir. Fakat bazı oral kontrast maddelerle gaita artıklarının işaretlenmesi mümkün olacak, bu şekilde patolojik oluşumlardan ayırımı kolaylaşacak, hatta görüntüden dijital olarak çıkarılabilecektir. Kolon duvarında kalınlaşan bölgeleri otomatik saptayacak algoritmeler kullanılarak, radyoloğun olası bir polip açısından uyarılması sağlanacaktır. Belki de bu sayede yassı adenomlar saptanabilecektir.

SONUÇ

Tüm bu tekniklerin geliştirilmesi ve rafine edilmesi sanal kolonoskopinin hız, doğruluk ve yorumlanmasına yakın gelecekte çok büyük gelişmeler sağlayacaktır. Sanal kolonoskopinin etkinliği donanım ve yazılımda gelişmeler ve radyologların tecrübeleri arttıkça daha da iyi olacaktır. Tarama testi olarak kullanılabilirliği, gerçek popülasyondaki performansı, fiyatı, hasta uyumu, elde edilebilirliği açısından değerlendirilmelidir.

8. Selby JV, Friedman GD, Quesenberry CP, Weiss NS. A case control study of screening sigmoidoscopy and mortality from colorectal cancer. *N Engl J Med* 1992; 326: 653-7.
9. Mermut C., Tuncer K., Yılmaz N., Aydın A., Özütemiz Ö., Günşar F., Alev M., Çavuşoğlu H.. Polip saptanmasında splenik fleksuraya kadar yapılan kolonoskopinin yeterliliği. Poster bildiri. 17. Ulusal Gastroenteroloji Haftası, 3-8 Ekim 2000, Antalya.
10. Hara AK, Johnson CD, Reed JE, Ahlquist DA, Nelson H, Ehman RL. Completed colography (virtual colonoscopy): early comparison with barium enema for polyp detection [abstract]. *Gastroenterology* 1997; 112 A575.
11. Hara AK, Johnson CD, Reed JE, Ehman RL, Ilstrup DM. Colorectal polyp detection with CT colography: two versus three-dimensional techniques. *Radiology* 1996; 200: 49-54.
12. Jarvinen HJ, Mecklin JP, Sistonen P. Screening reduces colorectal cancer rates in families with hereditary nonpolyposis colorectal cancer. *Gastroenterology* 1995; 108: 1405-11.
13. Fenlon HM, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy: What will the issues be? *Am J Roentgenol* 1997; 169: 453-8.

-
14. Spinzi GC, Belloni GM, Meucci G, Martegani A, Del Favero C, Minoli G. "Virtual endoscopy" versus colonoscopy: a randomized prospective, blinded study [abstract]. *Endoscopy* 1999; 31(Suppl):E1.
 15. Bethge N, Breitzkreutz C, Harms S, Gottlieb T, Vakil N. Prospective controlled double blinded trial of virtual colonoscopy in occult gastrointestinal bleeding [abstract]. *Endoscopy* 1999; 31(Suppl):E85.
 16. Rex DK, Winning D, Kopecky K. Screening for colon polyps using spiral CT with and without virtual colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 1999; 50: 309-13.
 17. 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.
 18. Dachman AH, Kuniyoshi JK, Boyle CM, Samara Y, Hoffmann KR, Robin DT, et al. CT colonography with three-dimensional problem solving for detection of colonic polyps. *Am J Roentgenol* 1998; 171 (4): 989-95.
 19. Fenlon HM, Nunes DP, Schroy PC, 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: 1496-1503.
 20. Halligan S, Fenlon HM. Science, medicine, and the future Virtual colonoscopy. *BMJ* 1999; 319: 1249-52.
 21. Lubolt W, Steiner P, Bauerfeind P, Pelkonen P, Debatin JF. Detection of mass lesions with MR colonography: preliminary report. *Radiology* 1998; 207: 59. 65.
 22. Schoenenberger AW, Bauerfeind P, Krestin GP, Debatin JF. Virtual colonoscopy with magnetic resonance imaging: in vitro evaluation of a new concept. *Gastroenterology* 1997;112:1863-70.