Derleme / *Review*

Ulusal Cer Derg 2013; 29: 76-80

DOI: 10.5152/UCD.2013.42

Kolorektal kanser yeniden evrelemesi ve PET/BT

Restaging colorectal cancer and PET/CT

Alev Çınar[1], Esra Arzu Gençoğlu[2], Meliha Korkmaz[1]

Pozitron Emisyon Tomografi/Bilgisayarlı Tomografi (PET/BT), günümüzde onkolojik hasta grubunun yeniden evrelemesinde ön plana çıkmış görüntüleme yöntemidir. Kolorektal kanserlerde morfolojik değişikliklerin henüz oluşmadığı erken dönemlerde tümöral dokuda var olan metabolik/fonksiyonel değişikliği gösterebilmesi PET/BT'nin diğer radyolojik yöntemlere olan üstünlüğüdür.

Anahtar Kelimeler: Kolorektal kanser, yeniden evreleme, PET-BT

Positron Emission Tomography/Computerized Tomography (PET/CT), is an important assessment method in restaging oncology patients. Its ability to detect the metabolic/functional changes in patients with colorectal cancer during the early stages, in which no morphological changes occur, is significantly better than the other imaging modalities.

Key Words: Colorectal cancer, restaging, PET-CT

GİRİŞ

Kolorektal kanserde nüks sıklıkla cerrahi sonrası ilk 4 yılda ve büyük oranda karaciğer tutulumuyla kendini gösterir (%33). Pozitron Emisyon Tomografisi ile vücudun metabolik/fonksiyonel aktivitesi hakkında bilgi toplanırken, aynı seansta yapılan BT ile vücuttaki normal ve patolojik dokuların anatomik detayı elde edilmektedir. Morfolojik değişikliklerin henüz oluşmadığı erken dönemlerde tümöral dokuda var olan metabolik/fonksiyonel değişikliği gösterebilmesi PET/BT'nin diğer radyolojik yöntemlere olan üstünlüğüdür. Bu yöntem ile tümöral dokunun erken dönemde tesbiti, tedaviye erken başlanılmasını, dolayısıyla sağkalım süresinin uzamasını sağlar.

[1]Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye

[2]Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Yazışma Adresi
Address for Correspondence
Dr. Alev Çınar
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye
Tel.: +90 312 595 36 07
e-posta: alevcnr@gmail.com

Geliş Tarihi / *Received*: 15.05.2013
Kabul Tarihi / *Accepted*: 29.05.2013

©Telif Hakkı 2013 Türk Cerrahi Derneği

Makale metnine www.ulusalcerrahidergisi.org web sayfasından ulaşılabilir.

©Copyright 2013 by Turkish Surgical Association

Available online at www.ulusalcerrahidergisi.org

Kolorektal Kanser

Ülkemizde kolorektal kanser insidansı, erkeklerde 18,2/100000, kadınlarda 12,1/100000 olarak bildirilmiştir (1-5). Yaş, kolorektal kanser insidansında önemli bir faktördür. Sporadik kolorektal kanser insidansı 45-50 yaş üzerinde belirgin oranda artar (6). Kolorektal kanserde tümörlerin %30'u rektumda, %28'i sigmoidde, %9'u inen kolonda, %11'i transvers kolonda, %9'u çıkan kolonda, %13'ü çekumda görülür (6). Kolorektal karsinomların %3-6'sı ise multisentriktir (7-9). Tümörün, lokal yayılım ile derin dokulara büyümesi periton metastazına; bölgesel drenaj ile uyumlu damar yapıları aracılığı ile yayılması ise karaciğer, akciğer ve kemik iliği metastazlarına yol açar. Rektal kanserler ise çevre yağ dokusu, vajina, prostat, mesane, üreter ve kemik pelvis gibi komşu yapılara yayılım gösterir (10-15).

Kolorektal Kanserlerin Yeniden Evrelemesi

Rektum bölgesindeki kanserlerde nüks, kolonun diğer kesimlerindekilere göre farklılık gösterir. Lokal nüks, rektal kanserlerde (%7-33) kolon kanserlerine göre (%1-19) daha yüksek oranda görülür. Uzak metastaz bölgeleri primer bölgenin venöz drenajından etkilenmektedir; kolon ve rektum üst bölgesinin venöz drenajı portal ven yolu ile karaciğere olduğundan karaciğer metastazına yol açar, rektum alt bölgesinde ise ikili drenaj olduğundan, karaciğer metastazı olmadan izole pulmoner metastaz gözlenebilir. Orband ve Gordon, kolorektal kanseri olan 146 hastanın nüks analizinde, hastaların %46'sında lokal, %52'sinde lokal ve uzak nüks olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, nüksü olan hastaların %20 'sinde izole karaciğer metastazı saptanmış olup, tedavi edilmemiş bu hastaların 5 yıllık sağkalım oranları %28 olarak bulunmuştur (16-23).

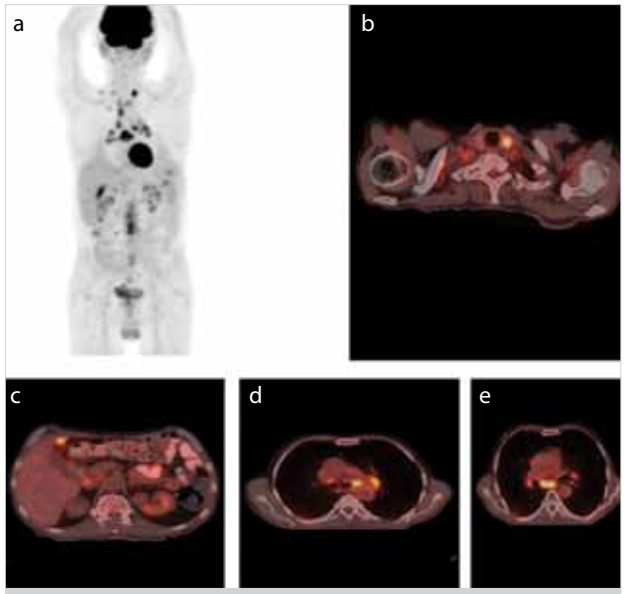
Pozitron Emisyon Tomografi (PET)

Bir PET/BT taraması önce BT ile tarama alanının belirlenmesi amacıyla BT keşif taraması ile başlar, daha sonra helikal BT taraması ile devam eder, son olarak PET taraması ile tamamlanır. Pozitron Emisyon Tomografi/BT'de birleştirilmiş görüntüler yoktur, PET ve BT görüntüleri her zaman ayrıdır. Her iki görüntüyü beraber sunmak yeni bir görüntü yaratmaktan ziyade üst üste getirme işlemidir. Pozitron Emisyon

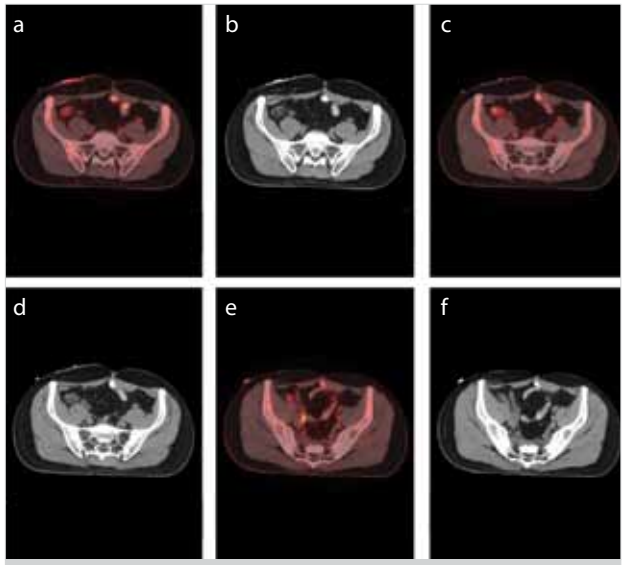
Tomografi görüntülemede onkolojik uygulamalarda en çok tercih edilen glukoz metabolizmasının takibidir. Bu amaçla ^{18}F işaretli flourodeoksiglukoz (^{18}F-FDG) kullanılmaktadır. Kanser spesifik ajan olmaması nedeniyle enfeksiyon ve enflamasyon sahasında da tutulum saptansa da malign lezyonlarda benign patolojilerin aksine retansiyon geç dönemde de devam eder (24-28).

Kolorektal Kanserde PET

Pozitron Emisyon Tomografi/BT'nin geleneksel görüntüleme yapılan hastaların %31'inde evrelemeyi değiştirdiğini bildirilmiştir. Evrelemenin değişmiş olması olguların %8'inde planlanan tedaviyi değiştirmiştir. Tümör saptamada PET/BT ile BT'nin sensitivitesi ve spesifisitesi sırasıyla %98,1 ve %66,7 (p<0,0001), %75 ve %62,5 (p=0,056) olarak bildirilmiştir (29). Kolorektal kanserli hastalarda FDG ile görüntülemenin hasta tedavisinin değiştirilmesine yol açabilecek etkin bir yöntem olduğu anlaşılmaktadır. Karaciğer metastazlarının erken tanınması, kolorektal kanseri olan hastalara neoadjuvan kemoterapi ve rezeksiyon imkanı tanıyarak sağkalım sürelerini artırmaya imkan verir. Kolorektal kanserlerin karaciğer metastazlarının saptanmasında BT, MR ve PET/BT'nin etkinliğinin araştırıldığı meta-analizde, inceleme yöntemlerinin sensitivitesi sırasıyla %83,6, %88,2 ve %94,1 olarak saptanmıştır (30-32). Pozitron Emisyon Tomografi/BT görüntülemenin en önemli etkisi karaciğer metastazları olan kolorektal kanserli hastalarda cerrahi tedaviyi engelleyecek ekstrahepatik metastazları saptayabilmesidir. Ameliyat planlanan karaciğer metastazı olan hastaların %11-32'sinde PET ile ekstrahepatik metastaz saptanmıştır. Bu durum tedavi yaklaşımının kemoterapiyi de içeren daha sistemik şekilde olmasına yol açmaktadır (33-35). Ancak, PET'in boyut ve inflamasyona bağlı yanlış-pozitif sonuçlar bağlamında sınırlılıkları vardır. Ayrıca, kistik tümörler veya musinöz lenf nodülü metastazları belirgin FDG tutmadıklarından, kolorektal kanserlerin lenf nodülü metastazlarını ekarte etmek için FDG PET görüntüleri tümden güvenilir olmamaktadır (Şekil 1, 2).



Şekil 1. Yeniden evreleme için yapılan PET/BT incelemesi; 6 yaşında erkek hasta, kolon karsinomu, yeniden evreleme amacıyla yapılan PET/BT inceleme bulguları a) Tüm vücut PET görüntüsü b) Boyun bölgesinde sol tiroid lobu komşuluğunda hafif artmış FDG tutulumu c) Karaciğer segment 2'de subkapsüler yerleşimli metastatik odak ve sağ parakaval lokalizasyonda 10x9 mm çaplı lenf nodülü d) Sol paraözofageal ve aortikopulmoner lenf nodülleri e) Asendan aorta sağ lateralinde 14x9 mm çapında lenf nodülü



Şekil 2. Yeniden evreleme için yapılan PET/BT incelemesi; 98 yaşında erkek hasta, rektum karnisomu, yeniden evreleme amacıyla yapılan PET/BT inceleme bulguları. a, b, c, d) Pelvik girim düzeyinde karın ön duvarı posteriorunda peritoneal yüzeyde implantlar e, f) Rektosigmoid kitle, operasyon lojunda presakral alanda 12 mm'lik kitle

Karaciğer haricinde akciğer de kolorektal kanserlerin sıklıkla yayıldığı hedef organdır. Pulmoner lenf nödülleri tutulumu, plevral tutulum, metastatik hastalığın bulgularındandır. Kolorektal kanserli hastaların yaklaşık %10'unda pulmoner metastaz gelişir. Bu hastaların %2-4'ünde izole olarak görülen pulmoner metastazların yaklaşık yarısına cerrahi uygulanabilir. Başarılı cerrahi sonrasında 5 yıllık sağkalım oranı %28 ile %40 arasında değişmektedir (36-39). Pozitron Emisyon Tomografi/BT'nin malign soliter pulmoner lenf nodüllerini saptamada sensivitesi ve spesifisitesi sırasıyla %96 ve %83 olarak bildirilmiştir. Pozitron Emisyon Tomografi/BT'nin BT komponenti pulmoner metastazların saptanmasında en sensitif yöntem iken, FDG PET görüntüleri 8 mm'den büyük lenf nodüllerinde ek spesifisite sağlar (36). Pozitron Emisyon Tomografi/BT taramasında negatif bulgu izlenmesi pulmoner metastaz yokluğunu sınırlı uzamsal çözünürlük nedeniyle tümden dışlanmasa da BT'de şüpheli olarak izlenen bulguyu doğrulamaktadır.

Kolorektal kanserlerde kemik metastazları oldukça nadir olarak bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada 5000 olguda viseral metastazlar ile birlikte kemik metastazı oranı %6,6 olarak, izole kemik metastazı ise %1,1 oranında olduğu bildirilmiştir (38). Araştırmalar PET/BT'nin malign kemik metastazlarının tanısında hem sensitif hem de spesifik olduğunu bildirmiştir. Yapılan bir çalışmada 712 hastanın 59'unda PET/BT incelemesinde %98 pozitif prediktif değeri ile kemik metastazı saptandığı bildirilmiştir (37-39). Daha önce kolon kanseri olan hastalarda gelişen skar dokusunun cerrahi, radyasyon veya nüks skarından ayrımı önemli olup, presakral skar gelişiminin ve pelvik değişikliklerin yaygın olduğu distal kolon ve rektal kanserler için sorun teşkil eder. Postoperatif 6. ayda yapılan PET/BT malign ve benign presakral değişiklikleri birbirinden ayrımda tek başına BT veya

MR incelemesine üstündür. Sonuç olarak, günümüzde PET BT incelemesinin bu hastalarda hastalığı bir seferde tanımlaması ve yerleşimini göstermesi ile tanı ve tedaviye kılavuz olmasından dolayı tercih edilen görüntüleme yöntemi olmuştur.

TARTIŞMA

Ülkemizde Sağlık Bakanlığınca yapılan araştırmaların sonuçları göz önünde bulundurulduğunda; kolorektal kanser akciğer ve meme kanserini takiben 3. sırada yer almaktadır. Görülme sıklığı %7,7; dağılımı ise %59 erkek, %41 kadın ve erkek/kadın oranı ise 1,44 olarak bildirilmiştir. Bu kanser türü için tanı konma yaşı 62, hastalığa yakalanma yaşı 50-75 yaş olarak bildirilmiştir (1).

Willkomm ve ark. (40) yaptıkları bir çalışmada primer tümör rezeksiyonu sonrası 3 yıl içinde relaps gelişebildiği bildirmişlerdir. Rekürren hastalığın erken tanı ve tedavisi ile yaşam kalitesi artar, potansiyel rezektabıl metastaz veya nüks tanısı prognozu iyileştirir (41). Tümör nüksü kanıtlandığında hastaların %12-60'ında cerrahi rezeksiyon yapılabilmektedir. Bu grubun yarısında en az 80 aylık yaşam süresi beklenmektedir. Cerrahi rezeksiyon yapılamasa da asemptomatik tümör nüksü önemlidir. Sistemik tedavi rejimleri semptomatik tedaviden daha etkilidir. Scott ve ark. (42) yaptıkları çalışmada serum tümör marker (CEA) yüksekliği olan 10 hastanın 8'inde nüks PET çalışmasıyla belirlenebilmiştir. Alternatif yaklaşım olarak aynı klinik koşullarda Haseman ve ark. (43) 140 hastalık çalışmalarında radyoimmünosintigrafiyi kullanmış; sensitivitesini %79, spesifisitesini %84 olarak bildirmişlerdir. Morales-Gutierrez ve ark. (44) çalışmasında hasta takiplerinde CA 19,9 yüksekliğinin relaps için bağımsız risk faktörü olduğu ve bu yüksek değerlere sahip hastaların kötü prognozlu olduğu gösterilmiştir. Willkomm ve ark. (40) araştırmasında nüks tespitinde FDG-PET ve CEA 123 scan karşılaştırılmış; CEA-scan sensitivite ve spesifisitesi sırasıyla %89 ve %100; FDG PET'in ise sırasıyla %100 ve %95 olarak belirlenmiştir. Günümüze kadar görüntüleme modaliteleri kolorektal nüks ve metastazlarının doğru tanımlanması ile ilgili karşılaştırılmıştır. Fluorodeoksi glukoz PET'in kolorektal kanser nüks ve metastazını saptamada sensitivite ve spesifisitesi BT ve MR sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur. Fluorodeoksi glukoz PET ile skar-tümör doku ayrımı yapılabilmiştir. FDG PET ile yanlış pozitif bulgular; FDG'nin nonspesifik ajan olması, inflamasyon odağında akümülasyonu, renal eliminasyonu ve imaj rekonstrüksiyonu sonrası böbrek, mesane çevresinde artefakt oluşabilmesi nedeniyle incelenen hasta grubunda özellikle dorsal pelvik bölge tam analiz edilemeyişi ile açıklanabilir (45-49). Fluorodeoksi glukozun pahalı olması nedeniyle alternatif olarak CEA-scan denenmiş; CEA-scan'in sensitivite, spesifisite ve doğruluk oranları sırasıyla %89, %100 ve %96 iken, aynı değerler FDG PET için sırasıyla %100, %95 ve %96 olarak belirtilmiştir (45, 46).

Tümör yerleşim bölgesi bazında yapılan araştırmalarda; karaciğer metastazlarını belirlemede FDG-PET'in sensitivitesi %91, spesifisitesini %100; BT'nin ise sensitivitesini %74, spesifisitesini %85 olarak yayınlamıştır (47). Lokoregional pelvik nüks ve karaciğer metastazının en sık relaps görülen bölgeler olduğu bildirilmiştir. Tüm gelişmiş tarama yöntemleri ve ileri tedavi modalitelerine rağmen primer kolorektal tanısı konulan hastaların yaklaşık %40 kadarında karaciğer metastazı gelişir. Kanser nedeniyle ölen hastaların yaklaşık %25-50'sinde karaciğer metastazı vardır. Sistemik kemoterapinin sağkalıma olumlu etkileri gösterilememiştir. Sistemik kemoterapinin yanısıra selektif kemoembolizasyon, radyofrekans ablasyon, kriyoablasyon, alkol ablasyon, radyoaktif işaretli Yitrium 90 mikrosfer rejyonel terapide kullanılmaktadır. Karaciğer metastazlarında Yitrium 90 ile işaretli mikrosfer uygulanımı sonrası terapötik yanıt değerlendirmede PET sonuçlarının BT, MR, tümör marker değişikliklerinden daha iyi korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Rezeke edilemeyen karaciğer kanserinin ilk aşama tedavisinde umut vaat eden bu yöntemde hasta seçimi, tedavi yanıtı aşamalarında PET/BT taramalarının önemi birçok yayında vurgulanmıştır.

Anastomoz hattında nükse rektal kanserlerde 10 kat daha sık olmak üzere %2-4 arası rastlanır (5). Fizyolojik ve cerrahi sonrası faktörlerce FDG uptake arttığından spesifisite anastomoz hattı nüksünde düşüktür. Presakral apse ve inflamatuvar skar dokusu PET/BT ile yanlış pozitif sonuçların potansiyel kaynağıdır.

SONUÇ

Günümüzde PET teknolojisinin PET/BT'ye kaymasıyla anatomik ve metabolik görüntüleriyle kolorektal kanserleri belirlemede klinik yaklaşımda önemi vurgulanmaya çalışılmıştır. Etyolojisi açıklanamayan yüksek tümör marker seviyesi durumunda nüks ve/veya metastaz belirlemede, cerrahi için hasta seçimi, bazen tedavi şekli ve tedaviye başlama kararı verilmesinde, tedavi sonrası yanıt değerlendirmede PET/BT sıklıkla kullanılmaktadır. PET/BT taramalarının daha fazla sayıda yapılması maliyeti arttırmaktaysa da, kullanım endikasyonunun doğru konulması durumunda PET/BT birçok kanser türünde olduğu gibi kolorektal kanserlerde de tedavi yaklaşımında önemli avantajlar sağlar.

Çıkar Çatışması
Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Hakem değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları
Fikir - A.Ç., E.A.G.; Tasarım - A.Ç., E.A.G., M.K.; Denetleme - A.Ç., M.K.; Kaynaklar - A.Ç., M.K.; Malzemeler - A.Ç., E.A.G.; Veri toplanması ve/veya işlemesi - A.Ç., E.A.G., M.K.; Analiz ve/veya yorum - A.Ç., M.K.; Literatür taraması - A.Ç., M.K.; Yazıyı yazan - A.Ç.; Eleştirel İnceleme - M.K., E.A.G.

Conflict of Interest
No conflict of interest was declared by the authors.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions
Concept - A.Ç., E.A.G.; Design - A.Ç., E.A.G., M.K.; Supervision - A.Ç., M.K.; Funding - A.Ç., M.K.; Materials - A.Ç., E.A.G.; Data Collection and/or Processing - A.Ç., E.A.G., M.K.; Analysis and/or Interpretation - A.Ç., M.K.; Literature Review - A.Ç., M.K.; Writer - A.Ç.; Critical Review - M.K., E.A.G.

KAYNAKLAR

1. Kalaycı G. Kolon Kanserleri, Genel Cerrahi, Nobel Tıp Kitabevi İstanbul 2002: 1343-1359.
2. Topuz E, Aykan FN. Sindirim Sistemi Kanserleri. İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitü Yayınları 1998: 373-475.

3. Fenoglio-Preiser CM, Noffsinger AE. Other Tumours of the Large İntestine, In: Gastrointestinal and Oesophageal Pathology, ed. Whitehead R, Churchill Livingstone, New York 2nd ed., 1995: 863-905.
4. Rosai J. Large Bowel. In: Ackerman's Surgical Pathology, ed. Rosai J. St Louis, 8th ed., Mosby, 1996: 729-799.
5. Winawer SJ, Zauber AG, Gerdes H, O'Brien MJ, Gottlieb LS, Sternberg SS, et al. Risk of colorectal cancer in the families of patients with adenomatous polyps. N Engl J Med 1996; 334: 82-87. [CrossRef]
6. Cusack JC, Giacco GG, Cleary K, Davidson BS, Izzo F, Skibber J, et al. Survival factors in 186 patients younger than 40 years old with colorectal adenocarcinoma. J Am Coll Surg 1996; 183: 105-112.
7. Messerini L, Palomba A, Zampi G. Primary signet-ring cell carcinoma of the colon and rectum. Dis Colon Rectum 1995; 38: 1189-1192. [CrossRef]
8. de Bruïne AP, Wiggers T, Beek C, Volovics A, von Meyenfeldt M, Arends JW, et al. Endocrine cells in colorectal adenocarcinomas: incidence, hormone profile and prognostic relevance. Int J Cancer 1993; 54: 765-771. [CrossRef]
9. Kobayashi H, Mochizuki H, Kato T, Mori T, Kameoka S, Shirouzu K, et al. Lymph node ratio is a powerful prognostic index in patients with stage III distal rectal cancer: a Japanese multicenter study. Int J Colorectal Dis 2011; 26: 891-896. [CrossRef]
10. Greene F, Stewart A, Norton H. A new TNM staging strategy for node-positive (stage III) colon cancer: an analysis of 50,042 patients. Ann Surg 2002; 236: 416-421. [CrossRef]
11. Wong JH, Severino R, Honnebier MB, Tom P, Namiki TS. Number of nodes examined and staging accuracy in colorectal carcinoma. J Clin Oncol 1999; 17: 2896-2900.
12. Wiering B, Krabbe PF, Jager GJ, Oyen WJ, Ruers TJ. The impact of fluor-18-dexyglucose-positron emission tomography in the management of colorectal liver metastases: A systematic review and metaanalysis. Cancer 2005; 104: 2658-2670. [CrossRef]
13. Potter KC, Husband JE, Houghton SL, Thomas K, Brown G. Diagnostic accuracy of serial CT/magnetic resonance imaging review vs. positron emission tomography/CT in colorectal cancer patients with suspected and known recurrence. Dis Colon Rectum 2009; 52: 253-259. [CrossRef]
14. Graham RA, Wang S, Catalano PJ, Haller DG. Postsurgical surveillance of colon cancer: preliminay cost analysis of physician examination, carcinoembryonic antigen testing, chest x-ray, and colonoscopy. Ann Surg 1998; 228: 59-63. [CrossRef]
15. Even-Sapir E, Metser U, Flusser G, Zuriel L, Kollender Y, Lerman H. Assessment of malignant skeletal disease: initial experience with 18F-fluoride PET/CT and comparison between 18F-fluoride PET and 18F-fluoride PET/CT. J Nucl Med 2004; 45: 272-278.
16. Turk PS, Wanebo HJ. Results of surgical treatment of nonhepatic recurrence of colorectal carcinoma. Cancer 1993; 71: 4267-4277. [CrossRef]
17. Willett C, Tepper JE, Cohen A, Orlow E, Welch C, Donaldson G. Local failure following curative resection of colonic adenocarcinoma. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1984; 10: 645-651. [CrossRef]
18. Pilipshen SJ, Heilweil M, Quan SH, Sternberg SS, Enker WE. Patterns of pelvic recurrence following definitive resections of rectal cancer. Cancer 1984; 53: 1354-1362. [CrossRef]
19. Obrand DI, Gordon PH. Incidence and patterns of recurrence following curative resection for colorectal carcinoma. Dis Colon Rectum 1997; 40: 15-24. [CrossRef]
20. Brethauer SA, Magrino TJ, Riffenburgh RH, Johnstone PA. Management of recurrent colorectal carcinoma. Colorectal Dis 2002; 4: 246-253. [CrossRef]
21. Dawson LE, Russell AH, Tong D, Wisbeck WM. Adenocarcinoma of the sigmoid colon: sites of initial dissemination and clinical patterns of recurrence following surgery alone. J Surg Oncol 1983; 22: 95-99. [CrossRef]
22. Agress H Jr, Cooper BZ. Detection of clinically unexpected malignant and premalignant tumors with whole-body FDG PET: histopathologic comparison. Radiology 2004; 230: 417-422. [CrossRef]
23. Yasuda S, Fujii H, Nakahara T, Nishiumi N, Takahashi W, Ide M, et al. 18F-FDG PET detection of colonic adenomas. J Nucl Med 2001; 42: 989-992.
24. Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I, Butler JA, Puckett ML, Hildebrandt HA, et al. Computed tomographic virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults. NEJM 2003; 349: 2191-2200. [CrossRef]
25. Skibber JM, Minsky BD, Hoff PM. Spread of colorectal cancer. In: DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA (eds.). Cancer: principles and practice of oncology. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001: 1229-1230.
26. Abdel-Nabi H, Doerr RJ, Lamonica DM, Cronin VR, Galantowicz PJ, Carbone GM, et al. Staging of primary colorectal carcinomas with fluorine-18 fluorodeoxyglucose wholebody PET: correlation with histopathologic and CT findings. Radiology 1998; 206: 755-760.
27. Mukai M, Sadahiro S, Yasuda S, Ishida H, Tokunaga N, Tajima T, et al. Preoperative evaluation by whole-body 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with primary colorectal cancer. Oncol Rep 2000; 7: 85-87.
28. Imdahl A, Reinhardt MJ, Nitzsche EU, Mix M, Dingeldey A, Einert A, et al. Impact of 18F-FDG positron emission tomography for decision making in colorectal cancer recurrences. Langenbecks Arch Surg 2000; 385: 129-134. [CrossRef]
29. Boykin KN, Zibari GB, Lilien DL, McMillan RW, Aultman DF, McDonald JC. The use of FDG-positron emission tomography for the evaluation of colorectal metastases of the liver. Am Surg 1999; 65: 1183-1185.
30. Fong Y, Saldinger PF, Akhurst T, Macapinlac H, Yeung H, Finn RD, et al. Utility of 18F-FDG positron emission tomography scanning on selection of patients for resection of hepatic colorectal metastases. Am J Surg 1999; 178: 282-287. [CrossRef]
31. Rohren EM, Paulson EK, Hagge R, Wong TZ, Killius J, Clavien PA, et al. The role of F-18 FDG positron emission tomography in preoperative assessment of the liver in patients being considered for curative resection of hepatic metastases from colorectal cancer. Clin Nucl Med 2002; 27: 550-555. [CrossRef]
32. Sahani DV, Kalva SP, Fischman AJ, Kadavigere R, Blake M, Hahn PF, et al. Detection of liver metastases from adenocarcinoma of the colon and pancreas: comparison of mangafodipir trisodium-enhanced liver MRI and whole-body FDG PET. AJR Am J Roentgenol 2005; 185: 239-246. [CrossRef]
33. Huebner RH, Park KC, Shepherd JE, Schwimmer J, Czernin J, Phelps ME, et al. A meta-analysis of the literature for whole-body FDG PET detection of recurrent colorectal cancer. J Nucl Med 2000; 41: 1177-1189.
34. Lai DT, Fulham M, Stephen MS, Chu KM, Solomon M, Thompson JF, et al. The role of whole-body positron emission tomography with [18F]fluorodeoxyglucose in identifying operable colorectal cancer metastases to the liver. Arch Surg 1996; 131: 703-707. [CrossRef]
35. Sternberg SS. Colon. In: Histology for Pathologists, ed Sternberg SS, Raven Press, New York, 1992: 573-588.
36. McCormack PM, Attiyeh FF. Resected pulmonary metastases from colorectal cancer. Dis Colon Rectum 1979; 22: 553-556. [CrossRef]
37. Goya T, Miyazawa N, Kondo H, Tsuchiya R, Naruke T, Suemasu K. Surgical resection of pulmonary metastases from colorectal cancer. 10-year follow-up. Cancer 1989; 64: 1418-1421. [CrossRef]
38. Even-Sapir E, Parag Y, Lerman H, Gutman M, Levine C, Rabau M, et al. Detection of recurrence in patients with rectal cancer: PET/CT after abdominoperineal or anterior resection. Radiology 2004; 232: 815-822. [CrossRef]
39. Flanagan FL, Dehdashti F, Ogunbiyi OA, Kodner IJ, Siegel BA. Utility of FDG-PET for Investigating Unexplained Plasma CEA Elevation in Patients With Colorectal Cancer. Ann Surg 1998; 227: 319-323. [CrossRef]
40. Willkomm P, Bender H, Bangard M, Decker P, Grünwald F, Biersack HJ. FDG PET and immunoscintigraphy with 99mTc-labeled antibody fragments for detection of the recurrence of colorectal carcinoma. J Nucl Med 2000; 41: 1657-1763.

41. Nozoe T, Rikimaru T, Mori E, Okuyama T, Takahashi I. Increase in both CEA and CA 19-9 in sera as Independent Prognostic Indicator in Colorectal Carcinoma. J Surg Oncol 2006; 94: 132-137. **[CrossRef]**
42. Scott AM, Macapinlac HA, Divgi CR, Zhang JJ, Kalaigian H, Pentlow K, et al. Clinical Validation of SPECT and CT/MRI Image Registration in Radiolabeled Monoclonal Antibody Studies of Colorectal Carcinoma. J Nucl Med 1994; 35:1976-1984.
43. Haseman MK, Brown DW, Keeling CA, Reed NL. Radioımmunodetection of occult carcinoembryonic antigen producing cancer. J Nucl Med 1992; 33: 1750-1757.
44. Morales-Gutiérrez C, Vegh I, Colina F, Gómez-Cámara A, Ignacio Landa J, Ballesteros D, et al. Survival of patients with colorectal carcinoma: possible prognostic value of tissular carbohydrate antigen 19.9 determination. Cancer 1999; 86: 1675-1681. **[CrossRef]**
45. Schlag P, Lehner B, Strauss LG, Georgi P, Herfarth C. Scar or recurrent rectal cancer. Positron emission tomography is more helpful for diagnosis than immunoscintigraphy. Arch Surg 1989; 124: 197-200. **[CrossRef]**
46. Lubezky N, Metser U, Geva R, Nakache R, Shmueli E, Klausner JM, et al. The role and limitations of 18-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (FDG-PET) scan and computerized tomography (CT) in restaging patients with hepatic colorectal metastases following neoadjuvant chemotherapy: comparison with operative and pathological findings. J Gastrointest Surg 2007; 11: 472-478. **[CrossRef]**
47. Şen M, Turan M. Karaciğer Metastazı olan Kolorektal Kanserde Cerrahi Yaklaşım. Cumhuriyet Tıp Derg 2009; 31: 331-338.
48. Peynircioğlu B, Çil B, Bozkurt F, Aydemir E, Uğur Ö, Balkancı F. Rezeke edilemeyen Karaciğer Kanserinin Tedavisi için Radyoembolizasyon. Diag Interv Radiol 2010; 16: 778.
49. Koca G, Ilgan S, Kitapçı MT. Kolon kanserli bir olguda FDG PET görüntülemede metastazı taklit eden karaciğer kist hidatiği. Gülhane Med J 2012; 54: 243-247.