Tek Foton Emisyon Tomografisi/ Bilgisayarlı Tomografi ile Tedavi Planlama

Single Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Treatment Planning

Salih Özgüven¹, Tunç Öneş²

¹Ağrı Devlet Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ağrı, Türkiye

²Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İstanbul, Türkiye

Öz

Tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT); SPECT ile alınan fonksiyonel bilgi ve BT ile elde edilen anatomik bilginin füzyonunu sağlayan etkin bir tanısal görüntüleme tekniğidir. SPECT/BT klinikte diğer birçok endikasyonun yanı sıra; medikal tedavi, cerrahi tedavi, radyasyon tedavisi (internal, eksternal) planlamada da kullanılmaktadır. Bu derlemede, SPECT/BT'nin radyoterapi ve medikal/cerrahi tedavi planlamadaki rolü özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tomografi, emisyon-bilgisayarlı, tek foton çok kesitli bilgisayarlı tomografi, nükleer tıp, kişiselleştirilmiş tedavi, SPECT/BT, radyoterapi planlama, bilgisayar-yardımlı

Abstract

Single photon emission tomography/computed tomography (SPECT/CT); is a diagnostic imaging technique that provides functional information from SPECT and anatomical information from CT. Besides many other indications, SPECT/CT is used in planning of medical treatment, surgical treatment, and internal/external radiotherapy. In this review, we presented the role of SPECT/CT in planning of radiotherapy and in medical/surgical treatment.

Keywords: Tomography, emission-computed, single-photon multidetector computed tomography, nuclear medicine; individualized therapy, SPECT/CT, radiotherapy planning, computer-assisted

Giriş

Tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT); SPECT ile alınan fonksiyonel bilgi ve BT ile elde edilen anatomik bilginin füzyonunu sağlayan etkin bir tanısal görüntüleme tekniğidir. SPECT/BT, aktif hastalık şüphesi veya bilinen yapısal patolojisi olan hastalarda hastalığın yaygınlığını belirleme, medikal tedavi, cerrahi tedavi, radyasyon tedavisi (internal, eksternal) planlamada ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (1).

SPECT/BT; cerrahi tedavi planlamada anatomik ve fonksiyonel bilgileri birleştirerek minimal invaziv cerrahi yapılmasına olanak sağlarken, radyasyon tedavisi planlamasında ise verilebilecek etkin dozun belirlenmesi ve radyoembolizasyon tedavisi sonrası olabilecek yan etkileri minimize etme olanağı sağlamaktadır. Bu derlemenin amacı, radyasyon tedavisi ve medikal/cerrahi tedavi planlamada SPECT/BT'nin rolünü ve bu konuda literatürdeki gelişmeleri aktarmaktır.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Salih Özgüven, Ağrı Devlet Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ağrı, Türkiye

E-posta: drsozg@gmail.com

© Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır. / © Nuclear Medicine Seminars, published by Galenos Publishing.

İnternal Radyoterapi Planlamada Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

Radyoembolizasyon; (selektif internal radyoterapi ya da transarterial radyoembolizasyon) primer veya metastatik karaciğer kanserlerinde uygulanan bir tedavi yöntemidir. Bu tedavi yönteminde; karaciğerdeki tümörü besleyen arter/arterlere radyoaktif mikrokürelerin uygulanması ve bu sayede tümör dışı çevre dokunun korunup, tümörün ise yüksek dozda ısınlanması hedeflenmektedir. Radyoembolizasyon tedavisi öncesinde hastalara tanısıl anjiyografi yapılmakta ve hepatic arter yolu ile Tc-99m makro agregat albumin (MAA) uygulandıktan sonra hepatic arteriyel perfüzyon sintigrafisi yapılmaktadır. Bu tetkik ile İtiryum-90 mikroküre tedavisi taklit edilerek, mikrosferlerin ekstrahepatik birikimi, hepatic arterden akciğere arteriovenöz şant oranı ve tedavi sonrası oluşabilecek radyasyon pnömonisi gibi yan etkiler önceden saptanabilmektedir (Şekil1, 2) (2). Planar sintigrafik görüntülere ek olarak alınan SPECT ve SPECT/BT görüntüleri ise tümörün ve normal karaciğer parankiminin Tc-99m-MAA tutulumu hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Hepatic perfüzyon sintigrafisinde SPECT/BT; BT komponenti ile yapılan atenüasyon düzeltmesi sayesinde, planar ve SPECT görüntülemelere üstünlük göstermektedir (3).

Literatürde Tc-99m MAA SPECT/BT'nin radyoembolizasyon öncesinde tedaviyi planlamada planar ve SPECT görüntülerden üstün olduğunu bildiren yayınlar bulunmaktadır. Bu konuda Ahmadzadehfar ve ark. 76 hastada radyoembolizasyon öncesi ekstrahepatik Tc-99m-MAA tutulumu saptamada SPECT/BT ile planar ve SPECT görüntüleri retrospektif olarak karşılaştırmıştır (4). Çalışma sonucunda ekstrahepatik Tc-99m-MAA tutulumu planar görüntülerde %12, SPECT görüntülerinde %17 ve SPECT/BT görüntülerinde ise %42 oranında saptanmıştır. Ayrıca yine bu çalışmada Tc-99m-MAA SPECT/BT'nin olguların %29'unda tedavi planlamasında değişikliğe yol açtığı bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise 58 hastada radyoembolizasyon öncesinde Tc-99m-MAA planar, SPECT ve SPECT/BT görüntüleri prospektif olarak karşılaştırılmış ve SPECT/BT'nin gastrointestinal sisteme olan kaçağı belirlemede duyarlılığının, özgüllüğünün ve etkinliğinin diğer yöntemlere nazaran yüksek

olduğu sonucuna ulaşılmıştır (5). Garin ve ark. ise hepatosellüler kanser tanılı 36 hastada yaptıkları çalışmada Tc-99m-MAA SPECT/BT ile yapılan kantitatif değerlendirmelerin radyoembolizasyon tedavisine yanıt, progresyonsuz sağkalım ve genel sağkalım hakkında öngörü sağladığını bildirmiştir (6).

SPECT/BT'nin karaciğer radyoembolizasyonu dışında lenfomalarda, nöroendokrin tümörlerde ve tiroid kanserlerinde de hedefe yönelik radyonüklid tedavilerin planlamasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (7,8,9,10,11).

Tiroid kanserlerinde SPECT/BT rezidü doku ile metastazları saptamada ve uygulanacak radyoaktif iyot (RAİ) tedavi dozunu belirlemede kullanılmaktadır. Sharp ve ark. takipte tiroid kanserli 71 olguda planar tüm vücut tarama sintigrafilerinde şüpheli bulgular saptanan hastalarda I-131 SPECT/BT'nin rolünü

Şekil 1. Bir hepatosellüler kanser olgusunun Tc-99m makro agregat albumin SPECT/BT ile yapılan hepatic arteriyel perfüzyon sintigrafisi ile tedavi öncesinde değerlendirilmesi.

Şekil 2. Bir hepatosellüler kanser olgusunda Y-90 mikroküreler ile yapılan tedavi sonrasında "bremsstrahlung görüntüleme" ile tedavi etkinliğinin SPECT/BT ile değerlendirilmesi.

araştırdıkları çalışmalarında I-131 SPECT/BT'nin RAI tedavisi alacak olgularda RAI dozunu belirlemede ve/veya hastaya uygulanacak ek tedavi yöntemlerini (cerrahi/eksternal radyoterapi) belirlemede etkin bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (9). Benzer şekilde Blum ve ark. da tiroid kanserli olgularda RAI tedavisi sonrası veya takip amacı ile çekilmiş I-131 tüm vücut görüntülerinde izlenen şüpheli aktivite tutulum alanlarına yönelik yapılan SPECT/BT görüntülemelerinin tedavi planlamasında etkili bir yöntem olduğunu bildirmiştir (10).

SPECT/BT nöroendokrin tümörlerde; hastalığın yaygınlığının belirlenmesinde duyarlılığı ve özgüllüğü arttırmaktadır. Buna ek olarak cerrahi ve I-131 MIBG tedavisi planlanmasında da rol oynamaktadır (1,11). Bu konuda Krausz ve ark. nöroendokrin tümör tanılı 72 hastada In-111 somatostatin reseptör sintigrafisi ve SPECT/BT'nin etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında In-111 SPECT/BT'nin hastaların %14'ünde tedavi yaklaşımını değiştirdiğini bildirmişlerdir (11).

Eksternal Radyoterapi ve Brakiterapi Planlamada Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

Eksternal radyoterapide amaç mümkün olduğunca çevre normal dokulara hasar vermeden tümör dokusunu ışınlamaktır. SPECT/BT morfolojik görüntülemelerle elde edilen tümör hacmindeki fonksiyonel tümör dokusu ile ilgili bilgiler sağlamaktadır. Bu nedenle fonksiyonel görüntülemelerle elde edilen tümör hacmi eksternal radyoterapi ve brakiterapiler için oldukça önemlidir. SPECT/BT birçok kanserde eksternal radyoterapi ve brakiterapi planlamalarında kullanılmaktadır.

Beyin tümörü olan olgularda operasyon lojundaki canlı tümör dokusu varlığı ve fokal tutulumları saptayabilmesi nedeni ile SPECT/BT radyoterapi planlamada önemli rol oynamaktadır. Filippi ve ark. beyin tümörü olan 30 hastada radyoterapi öncesinde Tc-99m Tetrafosmin SPECT ve Tc-99m Tetrafosmin SPECT/BT'nin etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; olguların %43,3'ünde SPECT/BT'nin SPECT görüntülerinde izlenemeyen bulguları saptadığını bildirmiş ve SPECT/BT'nin fizyolojik tutulum sahaları komşuluğundaki fokal aktivite tutulumları ile cerrahi sonrası operasyon lojundaki rezidü tümör dokusunu göstermesi nedeni ile cerrahi/radyoterapi planlamada önemli bir rol oynayabileceği belirtilmiştir (12).

Prostat kanserinde ise brakiterapi planlamada SPECT/BT'nin rektal toksisiteyi arttırmadan hedef dokuya verilen radyasyon dozunu yükseltmede etkin bir yöntem olduğu bildirilmiştir (13,14). Ayrıca prostat kanserli olgularda SPECT/BT; SPECT ve planar görüntüler ile saptanamayan metastazları saptayıp hastalara olan klinik yaklaşımın değişmesini sağlamaktadır. Bu konuda Helyar ve ark. 40 prostat kanserli olguda SPECT/BT ve planar transvajinal ultrasonograf ile SPECT'in etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında SPECT/BT'nin kemik metastazlarında diğer yöntemlere oranla tanılal etkinliği arttırdığını bildirilmiştir (15).

Meme kanseri tanısı olan hastalarda ise SPECT/BT; radyoterapi için hedeflenen tümör dokusunu belirlemede, tümörün komşu yumuşak doku ve iskelet sistemine invazyonunu göstermede kullanılabildiği gibi, sentinel lenf nodunun belirlenmesinde de kullanılmaktadır (16). Sergieva ve ark. yayınladığı derlemede meme kanseri olan olgularda SPECT/BT'nin eksternal radyoterapide tümör hacmini belirlemede ve maksimum normal meme dokusunun korumasında etkili bir yöntem olduğunu bildirmiştir (16). Cheville ark. ise evre I ve evre II meme kanseri tanılı 28 hastada SPECT/BT'nin radyoterapi planlamadaki rolünü prospektif olarak araştırmıştır (17). Bu çalışma sonucunda SPECT/BT kullanımının meme kanserinde radyoterapi planlamasında kolu drene eden lenf nodlarının gereksiz ışınlanmasını ve lenfödem riskini azalttığını bildirilmiştir. Ayrıca literatürde SPECT/BT'nin meme kanserli hastalarda preoperatif dönemde sentinel lenf nodunun lokalizasyonunun tespitinde planar ve SPECT görüntülemeye göre üstün olduğunu ve tedavi yaklaşımını değiştirdiğini bildiren yayınlar bulunmaktadır (18,19,20).

Baş boyun kanserlerinde, profilaktik radyoterapi uygulanacak hastalarda, hedef hacmin belirlenmesinde SPECT/BT lenfosintigrafinin uygun bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (21).

Cerrahi Tedavi Planlamada Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

Cerrahi tedavi planlamada SPECT/BT ile elde edilen bilgilerin minimal invaziv girişimlere imkan tanınması nedeni ile değişik kanser türlerinin cerrahi planlamasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tc-99m sestamibi SPECT/BT mediasten yerleşimli ektopik adenomlar başta olmak üzere paratiroid

adenomlarının cerrahi olarak çıkarılmasında önemli rol oynamaktadır (1). Bu konuda Wong ve ark. yaptıkları metaanalizde Tc-99m sestamibi SPECT/BT'nin paratiroid adenomları saptamadaki tanılal değerini araştırmıştır (22). Bu çalışmanın sonucunda SPECT/BT'nin planar ve SPECT görüntüleri göre paratiroid adenomlarını saptamada üstünlük gösterdiği ve SPECT/BT kullanımının paratiroid adenomlu olgularda minimal invazif cerrahi için preoperatif planlamaya imkan sağladığı bildirilmiştir. Meme kanserli olgularda ise Schillaci ve ark. SPECT/BT sintomamografisinin, planar görüntüleri nazaran cerrahi tedavi planlanan olgularda kanserli dokuyu saptamada duyarlılığının ve etkinliğinin üstün olduğunu göstermiştir (23).

Vulva kanserli olgularda da SPECT/BT ile yapılan lenfatik drenaj haritalamasının cerrahi morbiditeyi azalttığı ve uyluk bölgesinde yeterli cerrahi planlama yapılabilmesine imkan sağladığı bildirilmiştir (24).

Şekil 3. İnterskapular alandaki lezyondan malign melanom tanısı alan hastanın lenfosintigrafisinde planar görüntülerde (üstte) sol aksiller alanda olduğu düşünülen lenf nodlarının SPECT/BT görüntülerinde (altta) sol paraskapular alanda görüntülenmesi.

Şekil 4. Protez enfeksiyonu şüphesi olan hastanın kan havuzu fazında alınan planar görüntülerinde (solda) saptanan artmış aktivite tutulumunun SPECT/BT görüntülerinde (sağda) yumuşak dokuya lokalize olduğu dikkati çekmektedir.

Malign melanom tanılı hastalarda SPECT/BT ile sentinel lenf nodu eksizyonunun hastalısız sağkalımı arttırdığı raporlanmıştır (Şekil 3) (25).

Suga ve ark. ise akciğer kanserli hastalarda SPECT/BT görüntülemenin bölgesel fonksiyon bozukluklarını belirlemede, cerrahi planlamada, postoperatif akciğer fonksiyonunu tahminde ve eksternal radyoterapinin etkilerini göstermede etkili bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (26).

Baş boyun kanserlerinin cerrahi tedavi planlamasında da SPECT/BT'nin etkin bir yöntem olabileceği bildirilmiştir. De Cicco ve ark. yaptıkları çalışmada, dil kanseri olan hastalarda SPECT/BT lenfosintigrafisinin cerrahi tedavinin planlanmasında rol alabileceğini ve cerrahiye bağlı morbiditeyi azaltabileceğini bildirmiştir (27).

Medikal Tedavi Planlamada Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

SPECT/BT; kemik enfeksiyonu veya protez enfeksiyonu şüphesi ile kemik sintigrafisi çekilen hastalarda, planar görüntülerde izlenen aktivite tutulumlarının, tam lokalizasyonlarını göstererek kemik dokunun/protezin yumuşak dokudan ayırımı sağlamaktadır. Bu nedenle SPECT/BT görüntüleri enflamasyon/enfeksiyonun yaygınlığını ve tedavi yaklaşımını belirlemede rol oynamaktadır. Bu konuda Filippi ve ark. yaptığı çalışmada Tc-99m-hekza metilen propilen amin oksim SPECT/BT'nin, planar görüntüleri göre duyarlılık ile özgülüğünün yüksek olduğunu ve klinik olarak önemli ek bilgiler sağladığını bildirmiştir (28).

Bölümümüzde yapılan bir pilot çalışmada da kemik sintigrafisi yapılan olgularda; kan havuzu fazında yapılan SPECT/BT görüntülemenin protez enfeksiyonlarında ve heterotropik ossifikasyonlar için ek klinik katkılar sağladığı gösterilmiştir (Şekil 4) (29).

Sonuç

SPECT/BT gerek radyasyon (internal, eksternal) tedavisi planlamada gerekse de medikal tedavi ve cerrahi tedavi planlamada güvenilir ve etkin bir görüntüleme yöntemidir. İlerleyen dönemlerde SPECT/BT'nin yaygınlaşması ile tedavi planlamasında SPECT/BT'nin rutin bir yöntem olarak kullanılmaya başlanacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

Kaynaklar

- Mariani G, Flotats A, Israel O, et al. Clinical Applications of SPECT/CT: New Hybrid Nuclear Medicine Imaging System. IAEA-TECDOC-1597. Vienna. Austria: International Atomic Energy Agency; 2008.
- Fanti S, Farsad M, Mansi L. Atlas of SPECT-CT. 2011.
- Arbizu J, Bilbao JL, Garrastachu P, et al. Radioembolization: Concepts and procedures. In: Baum RP. Editor. Therapeutic Nuclear Medicine 2013; s. 361-379.
- Ahmadzadehfahar H, Sabet A, Biermann K, et al. The significance of 99mTc-MAA SPECT/CT liver perfusion imaging in treatment planning for 90Y-microsphere selective internal radiation treatment. J Nucl Med 2010;51:1206-1212.
- Hamami ME, Poeppel TD, Müller S, et al. SPECT/CT with 99mTc-MAA in radioembolization with 90Y microspheres in patients with hepatocellular cancer. J Nucl Med 2009;50:688-692.
- Garin E, Lenoir L, Rolland Y, et al. Dosimetry based on 99mTc-macroaggregated albumin SPECT/CT accurately predicts tumor response and survival in hepatocellular carcinoma patients treated with 90Y-loaded glass microspheres: Preliminary results. J Nucl Med 2012;53:255-263.
- Boucek JA, Turner JH. Validation of prospective whole-body bone marrow dosimetry by SPECT/CT multimodality imaging in (131)I-anti-CD20 rituximab radioimmunotherapy of non-Hodgkin's lymphoma. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2005;32:458-469.
- Palumbo B, Sivoilella S, Palumbo I, Liberati AM, Palumbo R. 67Ga-SPECT/CT with a hybrid system in the clinical management of lymphoma. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2005;32:1011-1017.
- Tharp K, Israel O, Hausmann J, et al. Impact of 131I-SPECT/CT images obtained with an integrated system in the follow-up of patients with thyroid carcinoma. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2004;31:1435-1442.
- Blum M, Tiu S, Chu M, Goel S, Friedman K. I-131 SPECT/CT elucidates cryptic findings on planar whole-body scans and can reduce needless therapy with I-131 in post-thyroidectomy thyroid cancer patients. Thyroid 2011;21:1235-1247.
- Krausz Y, Keidar Z, Kogan I, et al. SPECT/CT hybrid imaging with 111In-pentetreotide in assessment of neuroendocrine tumours. Clin Endocrinol (Oxf) 2003;59:565-573.
- Filippi L, Schillaci O, Santoni R, Manni C, Danieli R, Simonetti G. Usefulness of SPECT/CT with a hybrid camera for the functional anatomical mapping of primary brain tumors by [Tc99m] tetrofosmin. Cancer Biother Radiopharm 2006;21:41-48.
- Ellis RJ, Zhou H, Kim EY, et al. Biochemical disease-free survival rates following definitive low-dose-rate prostate brachytherapy with dose escalation to biologic target volumes identified with SPECT/CT capromab pendetide. Brachytherapy 2007;6:16-25.
- Ellis RJ, Zhou H, Kaminsky DA, et al. Rectal morbidity after permanent prostate brachytherapy with dose escalation to biologic target volumes identified by SPECT/CT fusion. Brachytherapy 2007;6:149-156.
- Helyar V, Mohan HK, Barwick T, et al. The added value of multislice SPECT/CT in patients with equivocal bony metastasis from carcinoma of the prostate. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2010;37:706-713.
- Sergieva S, Mihaylova I, Alexandrova E, Dimcheva M, Mansi L. SPECT-CT in radiotherapy planning, with main reference to patients with breast cancer. Curr Radiopharm 2015;8:9-18.
- Cheville AL, Brinkmann DH, Ward SB, et al. The addition of SPECT/CT lymphoscintigraphy to breast cancer radiation planning spares lymph nodes critical for arm drainage. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2013;85:971-977.
- Serrano-Vicente J, Rayo-Madrid JL, Domínguez-Grande ML, et al. Role of SPECT-CT in breast cancer sentinel node biopsy when internal mammary chain drainage is observed. Clin Transl Oncol 2015. [Epub ahead of print]
- Vercellino L, Ohnona J, Groheux D, et al. Role of SPECT/CT in sentinel lymph node detection in patients with breast cancer. Clin Nucl Med 2014;39:431-436.
- Lerman H, Metser U, Lievshitz G, Sperber F, Shneebaum S, Even-Sapir E. Lymphoscintigraphic sentinel node identification in patients with breast cancer: the role of SPECT-CT. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2006;33:329-337.
- Daisne JF, Installé J, Bihin B, et al. SPECT/CT lymphoscintigraphy of sentinel node(s) for superselective prophylactic irradiation of the neck in cN0 head and neck cancer patients: A prospective phase I feasibility study. Radiat Oncol 2014;9:121.
- Wong KK, Fig LM, Gross MD, Dwamena BA. Parathyroid adenoma localization with 99mTc-sestamibi SPECT/CT: A meta-analysis. Nucl Med Commun 2015;36:363-375.
- Schillaci O, Danieli R, Filippi L, et al. Scintimammography with a hybrid SPECT/CT imaging system. Anticancer Res 2007;27:557-562.
- Collarino A, Donswijk ML, van Driel WJ, Stokkel MP, Valdés Olmos RA. The use of SPECT/CT for anatomical mapping of lymphatic drainage in vulvar cancer: Possible implications for the extent of inguinal lymph node dissection. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2015;42:2064-2071.
- Stoffels I, Boy C, Pöppel T, et al. Association between sentinel lymph node excision with or without preoperative SPECT/CT and metastatic node detection and disease-free survival in melanoma. JAMA 2012;308:1007-1014.
- Suga K, Kawakami Y, Zaki M, Yamashita T, Shimizu K, Matsunaga N. Clinical utility of co-registered respiratory-gated (99m)Tc-Technegas/MAA SPECT-CT images in the

- assessment of regional lung functional impairment in patients with lung cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:1280-1290.
27. De Cicco C, Trifirò G, Calabrese L, et al. Lymphatic mapping to tailor selective lymphadenectomy in cN0 tongue carcinoma: beyond the sentinel node concept. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006;33:900-905.
28. Filippi L, Schillaci O. Usefulness of hybrid SPECT/CT in 99mTc-HMPAO-labeled leukocyte scintigraphy for bone and joint infections. *J Nucl Med* 2006;47:1908-1913.
29. Ones T, Aras M, Dede F, et al. Blood pool SPECT/CT imaging of benign and malignant processes of bone: does it give additional information? *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2013;40:241-242.