

# BÖLÜM 13

## Pozitron Emisyon Tomografisinin Uzun Dönem Yan Etkileri



Ogün BÜLBÜL<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Pozitron Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi (PET/BT) günümüzde malignite klinik tanısı, biyopsi için uygun lezyon lokalizasyonunun belirlenmesi, kanser evrelemesi, radyoterapi planlamalarında PET füzyon yapılarak hedef alanının belirlenmesi, tedavi sonrası yanıtın değerlendirilmesi ve nüks tespiti gibi birçok amaç için yaygın olarak kullanılmaktadır (1). Pozitron yayan radyonüklidlerden elde edilen fizyolojik bilgiye ek olarak eş zamanlı bilgisayarlı tomografiden (BT) morfolojik bilgi elde edilebilmesi tetkikin önemli bir artıdır. Ancak pozitron ışımalarının yüksek düzeyde radyasyon kaynağı olması ve eş zamanlı çekilen BT kaynaklı ek radyasyon maruziyeti bulunması nedeniyle PET/BT tetkiki hastalar için ciddi bir radyasyon maruziyet nedenidir. Birçok hastada takip süreci boyunca tekrarlayan çekimler gerektiği için maruz kalınan kümülatif radyasyon dozu önem kazanmaktadır. PET/BT ile moleküler görüntüleme bahsedilirken aksi belirtilmedikçe onkolojide en sık kullanılan flor-18 ile işaretli florodeoksiglukoz (18F-FDG) PET/BT anlaşılmalıdır.

Kitabın bu bölümünde özellikle PET/BT'yi sık kullanan klinisyenleri tetkikin radyasyon kaynağı olması ile ilişkili temel bilgiler hakkında aydınlatmak amaçlanmıştır, ayrıca tıbbi görüntüleme yöntemlerinden özellikle PET/BT'ye bağlı uzun dönem radyasyon maruziyeti ve bu maruziyetin insan sağlığına etkileri tartışılacaktır.

### FLORODEOKSIGLUKOZ İLE GÖRÜNTÜLEMENİN TEMELLERİ

Warburg ve arkadaşları 1925 yılında yayımladıkları çalışmada kanser hücrelerinin enerji tüketiminin glukoz varlığında belirgin düzeyde arttığını bildirmişlerdir (2). Bu bilgi kanserin tedavi edilmesinde ve görüntülenmesinde çok önemli bir çıkış noktası olmuştur. Florodeoksiglukoz ile insanlar üzerinde yapılan ilk çalışma 1976 yılında serebral glukoz metabolizmasının haritalanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Onkoloji alanında yaygın kullanımı ise 2000'li yılların başında PET görüntüleme teknolojisinde yaşanan gelişmeler neticesinde olmuştur (3).

<sup>1</sup> Uzm. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp AD, ogun.bulbul@deu.edu.tr



yon düzeltmesi ve anatomik lokalizasyon için elde edilen BT kaynaklı radyasyon dozu 0.3-2.2 mSv iken 18F-FDG enjeksiyonundan aldığı radyasyon dozu yaklaşık olarak 3.5-8.6 mSv'dir. Bilgisayarlı tomografi komponenti tanısal amaçlı (yüksek kVp ve mAs değerleri ile) elde edildiyse BT'nin radyasyon dozu 2-10 mSv düzeylerine ulaşmaktadır (15). Tüm dünyada PET/BT için çoğunlukla atenüasyon düzeltmesi ve anatomik lokalizasyon amacıyla kullanılan düşük doz BT görüntüleri tercih edilmektedir. Pediatrik hastalarda radyofarmasötik dozunun azaltılması için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

**Tablo 1. 18F-FDG ile ilişkili erişkin kadın ve erkek hastalarda en çok radyasyona maruz kalan organlar ve efektif dozları (16)**

Organ	Efektif Doz (Kadın, mSv)	Efektif Doz (Erkek, mSv)
Mesane	79.5	59.1
Kalp	35.4	29.1
Beyin	17.3	15.9
Karaciğer	11.0	8.9
Akciğer	10.0	8.3

18F-FDG: Flor 18 florodeoksiglukoz; mSv: milisievert

Tablo 1'de erişkin hastalarda 18F-FDG'ye bağlı en çok radyasyona maruz kalan organlar gösterilmiştir. Literatürde bu organlarda PET/BT'ye bağlı benign ya da malign hastalık gelişimi ile ilgili veri bulunmamaktadır. Bu durumun olası nedenleri 18F-FDG'nin fiziksel yarı ömrünün kısa olması ( $\approx 109$  dk), doku hasarı ve yüksek radyasyon maruziyetine neden beta bozunumuna uğramamasıdır.

## SONUÇ

PET/BT önemli anatomik ve fonksiyonel bilgiler sağlayan iyonize radyasyon kaynağı olan bir tıbbi görüntüleme modalitesidir. Birçok malignite hastasında tekrarlayan çekimlere bağlı olarak yüksek kümülatif radyasyon dozlarına ulaşılmaktadır. Bunun sonucunda sekonder solid tümörler ve hematolojik maligniteler ortaya çıkabilmektedir. Özellikle çocuk hastalarda ve yaşam beklentisi uzun olan

malignite hastalarında iyonize radyasyon içeren tıbbi görüntülemelere başvurulacağı zaman dikkatli olunmalı ve doğru endikasyonlar ile çekimler planlanmalıdır.

## AKILDA TUTULACAKLAR

- 18F-FDG PET/BT birçok malign hastalıkta, bazı enflamatuvar patolojilerde kullanılabilen, anatomik ve fonksiyonel bilgi sağlayan moleküler görüntüleme yöntemidir.
- 18F-FDG PET/BT hem 18F-FDG'nin pozitron ile bozunumuna hem de BT komponentine bağlı olarak iyonize radyasyon maruziyetine neden olur.
- İyonize radyasyon kaynağı olan tıbbi görüntüleme modaliteleri (BT, PET/BT vb.) doğru endikasyon ile kullanılmalıdır.
- İyonize radyasyona bağlı kümülatif radyasyon dozu arttıkça hematolojik ve solid malignitelerin ortaya çıkma ihtimali artar.
- Çocuk hastalarda ve yaşam beklentisi uzun olan malignite hastalarında tıbbi görüntüleme kaynaklı kümülatif radyasyon maruziyeti azaltılmalıdır.
- 18-F FDG ile görüntülemeye en çok radyasyona maruz kalan organlarda uzun dönemde ortaya çıkan benign ya da malign bir patoloji bildirilmemiştir.

## KAYNAKLAR

1. Almuhaideb A, Papathanasiou N, Bomanji J. 18F-FDG PET/CT imaging in oncology. *Ann Saudi Med.* 2011;31(1):3-13.
2. Warburg O. The metabolism of carcinoma cells. *J Cancer Res.* 1925;9(1):148-63.
3. Petroni D, Menichetti L, Poli M. Historical and radiopharmaceutical relevance of [18F]FDG. *J Radioanal Nucl Chem.* 2020;323(3):1017-31.
4. O'Malley JP, Ziessman HA. *Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites* (5). Elsevier
5. Preston DL, Ron E, Tokuoka S, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. *Radiat Res.* 2007;168(1):1-64.
6. Richardson D, Sugiyama H, Nishi N, et al. Ionizing radiation and leukemia mortality among Japanese atomic bomb survivors, 1950-2000. *Radiat Res.*



- 2009;172(3):368–82.
7. Li CI, Nishi N, McDougall JA, et al. Relationship between radiation exposure and risk of second primary cancers among atomic bomb survivors. *Cancer Res.* 2010;70(18):7187-7198.
  8. Fabricant PD, Berkes MB, Dy CJ, et al. Diagnostic medical imaging radiation exposure and risk of development of solid and hematologic malignancy. *Orthopedics.* 2012;35(5):415–20.
  9. Moneta GL. Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures. *Yearb Vasc Surg.* 2010;2010(9):63–5.
  10. Lumbreras B, Salinas JM, Gonzalez-Alvarez I. Cumulative exposure to ionising radiation from diagnostic imaging tests: A 12-year follow-up population-based analysis in Spain. *BMJ Open.* 2019;9(9):1–10.
  11. Guttikonda R, Herts BR, Dong F, et al. Estimated radiation exposure and cancer risk from CT and PET/CT scans in patients with lymphoma. *Eur J Radiol.* 2014;83(6):1011–5.
  12. Monson RR, Cleaver JE, Abrams HL, et al. BEIR VII: Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation (report in brief). *BEIR VII Report.* <http://books.nap.edu/catalog/11340>.
  13. Zhao YM, Li YH, Chen T, et al. Image quality and lesion detectability in low-dose pediatric 18F-FDG scans using total-body PET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2021; doi: 10.1007/s00259-021-05304-4. Epub ahead of print. PMID: 33738519.
  14. Chong A, Park JM, Pak K, et al. Recent Survey of Effective Doses of F-18 FDG Torso PET/CT in Korea and the Current Recommendations for CT Protocols of PET/CT. *Nuclear Medicine and Molecular Imaging.* 2020;54(5):224-32.
  15. Parisi MT, Bermo MS, Alessio AM, et al. Optimization of Pediatric PET/CT. *Semin Nucl Med.* 2017;47(3):258–74.
  16. Quinn B, Dauer Z, Pandit-Taskar N, Schoder H, Dauer LT. Radiation dosimetry of 18F-FDG PET/CT: Incorporating exam-specific parameters in dose estimates. *BMC Med Imaging.* 2016;16(1):1–11.