

MEDİKAL FİZİKÇİLERİN EĞİTİMİ, GÖREV VE SORUMLULUKLARI

Mustafa DEMİR*, Bayram DEMİR**

ÖZET

Bu derleme yazısında tıp alanında çalışan medikal fizikçilerin görev ve sorumlulukları yasal çerçevede tanımlandı. Medikal fizikçilerin tıbbın radyoterapi, nükleer tıp ve radyoloji bölümleri içindeki işlevsel fonksiyonları açıklandı. Ayrıca bu alanlarda çalışmak isteyen fizikçilerin eğitim süreçleri tartışıldı.

Anahtar Kelimeler: Medikal Fizikçi, Tıpta Fizikçi, Tıp ve Fizik

THE EDUCATIONS, ROLES AND RESPONSIBILITIES OF A MEDICAL PHYSICIST

ABSTRACT

In this review article, roles and responsibilities of a physicist working in medicine area are described based on legal limitations. The functions of a medical physicist in the radiotherapy, nuclear medicine and radiology, which are the sections of medicine, are explained. In addition, the education processes of physicists who want to work in these areas are discussed.

Keywords: Medical Physicist, Physics in Medicine, Medicine and Physics

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Fatih-İstanbul.

** İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, Vezneciler-İstanbul.

1. GİRİŞ

Medikal Fizik hastalıkların tanı ve tedavisinde, fiziğin yöntem ve kavramlarının uygulamalı olarak kullanıldığı bir bilim dalıdır. Radyasyonun tıpta kullanım alanları başlıca radyoterapi, radyoloji ve nükleer tıp olarak gruplandırılabilir. Radyasyonun sağlık alanında kullanılmaya başlaması ile birlikte medikal fizikçiye de ihtiyaç duyulmuştur. Bu yazıda, radyasyonun insan sağlığı için kullanıldığı uygulamalı alanlarda medikal fizikçilerin işlevlerini ele alacağız. Bir uzmanlık dalı olarak Medikal Fizik eğitiminin içeriklerini, uygulama alanlarını ve insan sağlığına katkılarını işleyeceğiz.

1895'te W. Conrad Roentgen tarafından X-ışınlarının keşfi, bundan 1 yıl sonra da, Pierre ve Maria Curie tarafından radyumun bulunması, A. Henri Becquerel tarafından uranyum ve doğal radyoaktivitenin keşfi, 1919'da Rutherford tarafından yapay radyoaktif kaynakların bulunması radyoaktivite biliminde en önemli keşiflerdendir (www.medikalfizik.org). Radyasyonun keşfi ile birlikte sağlık için tehlikeleri de aynı yıllarda anlaşılmıştır. Madam Curie radyum kaynağını asistanına verir ve ona; bu kaynak ile 3 gün sonra deney yapacaklarını, iyi muhafaza etmesi gerektiğini söyler. Asistanı da iyi muhafaza yeri olarak gömleğinin yaka cebini düşünür ve radyum kaynağını cebinde taşır. Birkaç gün sonra cildinde bir yara oluşur. Bu nedenle doktora giderler. Doktor muayenesinden sonra yaranın radyum kaynağından meydana geldiği anlaşılır. Bu olay ile birlikte radyasyonun zararlı etkileri de fark edilerek korunma önlemleri geliştirilir.

1920'de Avrupa ve Amerika'da ulusal radyasyon korunma komiteleri kuruldu. Bu kuruluş II. Dünya Savaşından sonra faaliyetlerini artırdı. Birleşmiş Milletlere üye olan tüm ülkeler bu kuruluşu da üyedir. Merkezi Viyana'da bulunan kuruluş yeni radyoaktif kaynakların bulunması ve kullanılması ile ortaya çıkabilecek tehlikelerden korunma önlemlerini belirlemekte ve üye ülkelere bildirmektedir. Ülkemizde radyoaktif ışınların kullanımı ile ilgili yasal düzenleme ve denetim işleri Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından yapılmaktadır (Demir M 2008).

Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan medikal fizik derneğine (AAPM) tüm ülkelerden 4000'den fazla fizikçi kayıtlıdır. Ülkemizdeki Medikal Fizik Derneği, Avrupa Medikal Fizik Derneği (EFOMP) üyesidir.

Yukarıda bahsedilen radyoaktif kaynakların keşfi, radyasyon kaynaklarının kullanıldığı cihazların AR-GE hizmetleri, cihazlardan çıkan radyasyonun ölçülmesi, uygulama dozlarının hesaplanması, sağlık için zararlı olabilecek radyasyon dozlarının alt limitlerinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak radyasyon korunması önlemlerinin alınması işlerinde medikal fizikçilerin önemi büyüktür.

1.1. Radyoterapide Medikal Fizikçi

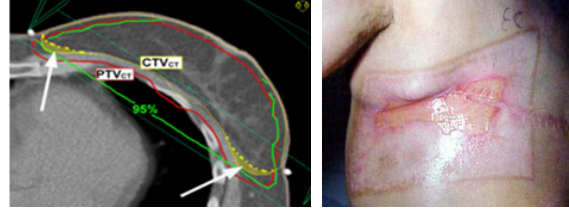
Kanserin görülme sıklığı tüm Dünya ülkelerinde giderek artmaktadır. Avrupa birliğine bağlı ülkelerde, yılda 1.2 milyon kişiye kanser tanısı konmaktadır. Kanser tanısı konan hastaların yaklaşık %50 'si tek başına veya diğer tedavi uygulamaları ile birlikte radyoterapi görmektedir. Radyoterapi gören hastaların tedavilerinin planlanmasında, tedavinin uygulanmasında, hastanın takibi işlerinde klinik uygulamaların yanında teknik kavram ve işlemler de gereklidir. Bu nedenle radyoterapinin başarısı, planlanan tedavinin hastaya maksimum doğrulukla uygulanmasına bağlı olup bu da medikal fizikçi-medikal doktor işbirliğini gerektir. Günümüzde Dünya'daki tüm uygulamalarda radyoterapide tedavi planlaması medikal fizikçi-medikal doktor işbirliği ile yapılmaktadır. Şekil-1'de bu işbirliğinin bir örneği görülmektedir. Radyoterapi cihazları genellikle kanser tedavisinde kullanılır. Cihazdan çıkan ve hastaya verilen radyasyonun planlanan dozda olması gerekir. Bunun için medikal fizikçiler tarafından cihazların kalite kontrollerinin yapılması hasta sağlığı için önemlidir. Kalite kontrol programları sistematik hatayı ortadan kaldırmaya yöneliktir ve bu programlar olmadan radyasyonun kesin olarak faydasından bahsetmek mümkün değildir. Çünkü Hastaya tedavi amacıyla verilmesi gereken dozdan fazla radyasyon verilirse, telafisi mümkün olmayan sağlık sorunları da çıkabilir (Bilge H 2006).

Radyoterapi merkezlerinde çalışan medikal fizikçiler, lisans düzeyindeki genel fizik eğitiminden sonra, radyasyon fiziği ve medikal uygulamalarla ilgili teorik ve pratik eğitim yapmış kişilerdir. Bu kişiler, radyasyon onkolojisinde kullanılan aletlerin kalite kontrolünden, hastaya verilen dozun doğruluğundan sorumludur.

TAEK mevzuatına göre (www.taek.gov.tr); Radyoterapi merkezi açılması ve çalıştırılması için TAEK'ten lisans alınması yasal zorunluluktur. TAEK lisansı için sorumlu radyoterapi fizikçisi bulundurma şartı vardır. TAEK lisansı için sorumlu Radyoterapi Fizikçisi olmak üzere başvuru yapacak kişilerin fizikçi, fizik mühendisi, sağlık fizikçisi veya nükleer enerji mühendisi ünvanına sahip ve üniversitelerin fen bilimleri, sağlık bilimleri veya nükleer bilimler enstitülerinden en az birinden eğitim almak suretiyle bilim uzmanı, yüksek mühendis veya doktora derecesine sahip olanlardan;

- Lisans üstü eğitimini nükleer fizik, temel onkoloji, klinik onkoloji veya radyasyon onkolojisi bilim / anabilim dallarından konuya ilişkin olarak birinde yapmış veya,
- Lisansüstü eğitimini 1. maddede belirtilen bilim / anabilim dallarının dışında yapmış olanlardan bir radyoterapi merkezinde en az 1 (bir) yıl bilfiil çalışmış olup,

Hasta dozimetrisi, tedavi planlaması, optimizasyon, kalite kontrol dahil olmak üzere kalite temini ve radyasyondan korunma konusunda yeterli bilgi ve deneyime sahip olması gerekmektedir.



Şekil-1: Soldaki ve ortadaki görüntüler: Bir hastanın meme tomografisi görüntüleri üzerinde radyoterapi fizikçileri tarafından yapılan doz hesaplamalarına yönelik çizimler. Sağda: Aynı hastanın yapılan çizimlere uygun olarak doktor tarafından ışılanacak bölgesinin sınırlandırılması.

Radyoterapi Fizikçisinin sorumlulukları:

1. Yeni alınmış cihazlar ile bakım ve onarımdan geçmiş cihazları kullanıma sokmak üzere gerekli ölçümleri yapmak,
2. Tüm tedavi koşulları için hasta dozu ile ilgili gerekli ve yeterli bilgileri elde ederek doz hesaplarını yapmak,
3. Tedavi planının en doğru şekilde uygulanması ve hastanın radyasyon güvenliği için gerekli yöntem ve düzeneklerin teminini ve kullanılmasını sağlamak,
4. Kalite temini programlarının, protokollere uygun olarak düzenli bir şekilde yürütülmesini sağlamak,
5. Radyasyon tehlikesi olan alanlardaki çalışmalarda radyasyon güvenliğini sağlamak,
6. Radyasyon korunması görevlisi ile birlikte her cihazın olası kaza durumu için tehlike durumu planını hazırlamak ve bir tehlike durumunda planda belirtilen yükümlülükleri yerine getirmek,
7. Yeni cihazlarının seçimi ve yeni tesislerin planlanmasında radyasyon güvenliğine ilişkin hususlarda görüş ve önerilerde bulunmak,
8. Tesiste çalışanların eğitiminde görev almak,
9. Çalışan kişiler, kaynaklar ve kalite kontrolü hakkında kayıtları tutmak.

Yukarıda bahsi geçen kuralları yerine getirmek için medikal fizikçi ünvanını alacak kişilerin yüksek lisans eğitim programları içinde radyoterapi merkezlerinde en az 3 ay süreli staj yapmış olmaları gerekir. Staj yaparken ilgili radyoaktivite bilgisinin yanında tıbbi terim ve kavramları öğrenmiş olmak gerekir. Yüksek lisans ders müfredatının bu amaca yönelik hazırlanması ve uygulanması temel gerekliliktir. Her ne ad altında açılmış olursa olsun radyoterapi fizikçisi yetiştirmek üzere açılan bir

yüksek lisans programının içeriğinde temel olarak; Sağlık Fiziği, Radyoterapi Fiziği, Radyasyon Deteksiyon ve Ölçüm Elektronikleri, Radyobiyojoloji dersleri bulunmalıdır. Her ders konusunda uzman öğretim görevlileri tarafından verilmelidir.

1.2.Nükleer Tıpta Medikal Fizikçi

Nükleer tıp radyofarmasötiklerin tanı ve tedavi amacıyla hastalara uygulandığı bir bilim dalıdır. Tanı amacıyla en çok kullanım alanı olan radyofarmasötik Tc-99m olup bu radyonüklid , nükleer tıp merkezlerinde radyonüklid jeneratöründen elde edilebilir. Tedavi amacıyla en sık kullanılan radyonüklid I-131'dir. Radyonüklidler hastaya damar yolu ya da ağız yolu ile verilir, ilgili organda tutulduktan sonra gama kamerada görüntüleme yapılır. Elde edilen görüntülere *sintigrafi* denir. Görüntüler elde edildikten sonra nükleer tıp uzmanları tarafından raporlanarak hastalığın tanısına gidilir. Kısaca özetlemeye çalıştığım nükleer tıp uygulamalarında açık radyoaktif kaynaklar kullanılmaktadır. Radyoaktif kaynak hastaya uygulandıktan sonra hastanın kendisi de radyoaktif kaynak haline gelmektedir. Bu nedenle çalışanlar ve diğer şahıslar için radyasyon korunması önlemlerinin alınması ve titizlikle uygulanması önem kazanmaktadır.

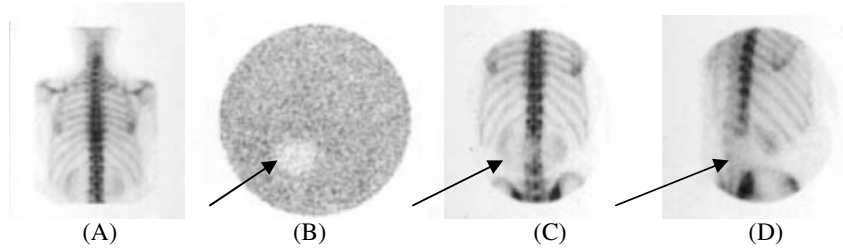
Sintigrafi çekimlerinden sonra radyofarmasötüğün ilgili organdaki dağılımına ve davranışına bakılarak hastalık teşhis edilir. Tanıda doğruluk gama kameranın kalite kontrollerinin yapılmasına bağlıdır. Uluslar arası kriterlerden NEMA (National Electrical Manufacturers Association) gama kameralardaki kalite kontrol testlerini belirlemiştir (NEMA NU 2005). Buna göre günlük testlerden biri intrinsek (iç) homojenite testidir. Bu test sonucunda, detektör yüzeyine çarpan gama ışınlarının bilgisayar ekranındaki projeksiyonunun homojen bir dağılım göstermesi beklenir. Homojenite bozukluğu varsa düzeltilmelidir. Düzeltilmeden klinik uygulamalara devam edilirse hastalığın tanısında yanıltıcı sonuçlara sebep olunur. Şekil-2'de gama kameradaki iç homojenite bozukluğunun kemik sintigrafisine yansımaları görülmektedir.

Nükleer tıpta çalışan medikal fizikçilerin görev ve sorumlulukları iki başlık altında toplanabilir. Birincisi radyasyon korunmasını sağlamak, ikincisi cihazların kalite kontrollerini yapmaktır. Radyasyon korunması hem hasta sağlığı hem de çalışanlar için gereklidir. Radyasyon korunmasını sağlamak için çalışan herkesin bu konuda eğitilmiş olması gerekir. Medikal fizikçinin sorumluluklarından biri de çalışanlara radyasyon korunması ile ilgili eğitim vermektir. İhtiyacın belirlenmesi, teknik şartnamenin hazırlanması ve amaca uygun cihaz seçiminde klinisyenlere doğru bilgi aktarımı medikal fizikçinin görevleri arasındadır (Demir M., Işıman A.T.1999).

Nükleer Tıp Fizikçisinin sorumlulukları:

1. Yeni alınmış cihazlar ile bakım ve onarımdan geçmiş cihazları kullanıma sokmak üzere gerekli ölçümleri ve kabul testlerini yapmak,
2. Hasta dozu ve hamile hastalarda fetus dozu hesaplarını yapmak,

3. Hastanın ve personelin radyasyon güvenliği için gerekli yöntem ve düzeneklerin teminini ve kullanılmasını sağlamak, radyasyon görevlileri için dozimetre takibini yapmak ve kayıtlarını tutmak,
4. Kalite temini programlarının, protokollere uygun olarak düzenli bir şekilde yürütülmesini sağlamak,
5. Radyoaktif katı ve sıvı atıkların kontrolünü sağlamak, ölçümlerini yapmak, kayıtlarını tutmak ve gerekli önlemleri alınmasını sağlayarak atıkların ıslahını yürütmek,
6. Radyasyon korunması görevlisi ile birlikte her cihazın olası kaza durumu için tehlike durumu planını hazırlamak ve bir tehlike durumunda planda belirtilen yükümlülükleri yerine getirmek,
7. Yeni cihazlarının seçimi ve yeni tesislerin planlanmasında radyasyon güvenliğine ilişkin hususlarda görüş ve önerilerde bulunmak,
8. Tesiste çalışanların eğitiminde görev almak,
9. Çalışan kişiler, kaynaklar ve kalite kontrolü hakkında kayıtları tutmak.



Şekil-2: Gama kamerada homojenite bozukluğunun klinik görüntülere etkisi. (A) Düzgün homojenite ile alınmış kemik sintigrafisi, (B) Ok ile gösterilen görüntü alanında PMT defektine bağlı homojenite bozukluğu, (C) PMT defektinin anterior (ön) pozisyonda vertebraları maskeleyesi, (D) PMT defektinin oblik pozisyonda vertebraları maskeleyesi (Bu maskelemeler, klinisyen tarafından hastanın raporunun yanlış bildirilmesine neden olabilir).

Yukarıda bahsi geçen görev ve sorumlulukları yerine getirmek için medikal fizikçi ünvanını alacak kişilerin yüksek lisans eğitim programları içinde nükleer tıp merkezlerinde en az 3 ay süreli staj yapmış olmaları gerekir. Staj yaparken ilgili radyoaktivite bilgisinin yanında tıbbi terim ve kavramları öğrenmiş olmak gerekir. Yüksek lisans ders müfredatının bu amaca yönelik hazırlanması ve uygulanması temel gerekliliktir. Her ne ad altında açılmış olursa olsun nükleer tıp fizikçisi yetiştirmek üzere açılan bir yüksek lisans programının içeriğinde temel olarak; Sağlık fizikçi, radyofarmasötik, radyonüklid ve klinik uygulamaları, görüntüleme yöntemleri, radyasyon deteksiyon ve ölçüm elektroniği, radyobiyoji dersleri

bulunmalıdır. Her ders konusunda uzman öğretim görevlileri tarafından verilmelidir. Gerekli zaman klinikte uygulamalı öğrenim yapılabilirdir. Bu nedenle medikal fizik eğitiminin klinikten bağımsız düşünülmesi mümkün değildir.

1.3. Radyolojide Medikal Fizikçi

Radyolojide, bilgisayarlı tomografi hastalıkların tanısında bir devrim yaratmış, klasik röntgen sistemleri yerlerini bilgisayar kontrollü yeni deteksiyon sistemlerine bırakmaya başlamışlardır. Nükleer Tıp alanında Bilgisayarlı Tek Foton Tomografisi (SPECT) ve Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), X-ışın tomografisi ile (CT) ile kombine halde rutin olarak kullanılmaktadır. Bu nükleer tıp ve radyoloji teknolojilerinin birlikte kullanıldığı bir durumdur. Nükleer tıpta çalışan medikal fizikçinin radyoloji sistemleri ile de ilgilenmesi bir ihtiyaç olmuştur.

Radyolojide çalışan medikal fizikçinin asıl sorumluluğu, hastalara ilave radyasyon dozlarının verileceği tekrar çalışmalarını minimum sayıda tutmaktır. Bu amaçla medikal fizikçi, klasik röntgen, floroskopi, mamografi, digital anjiyografi, tomografi gibi görüntüleme cihazlarının kalite kontrollerini yaparak, optimum görüntü kalitesinin minimum hasta dozunda elde edilmesini sağlamalıdır. Birçok diagnostik incelemede hastaların aldıkları dozlar, radyasyonun sadece stokastik etkilerinin dikkate alınmasını öngörmekle beraber, ileri teknolojiye sahip yeni görüntüleme tekniklerinde bazı hastalıkların daha erken tanısı ancak yüksek hasta dozu pahasına sağlanabilmekte, sonuçta radyasyonun deterministik etkileri bile söz konusu olmaktadır. Böyle bir duruma örnek Şekil-3'te görülmektedir. Bazı anjiyografi çalışmalarında örneğin, tıkalı kalp damarlarının sürekli X-ışını görüntüsü altında açılması işlemi sırasında, hastaların ciltlerinde radyasyon yanıkları ortaya çıkmıştır. İleri ülkelerin hemen hepsinde, her bir tetkik için referans dozlarının saptanarak her hastanın klinik raporunda ayrıca belirtilmesi yasal zorunluluk olmuştur (Doğan Bor 1994).



Şekil-3: Toplam 120 dakika süre ile floroskopi altında ışınlanan bir hastada ışınlamadan 18-21 ay sonra ortaya çıkan cilt yarası (doku nekrozu).

Diagnostik Radyoloji Fizikçisinin sorumlulukları:

1. Hastalıkların tanısı amacıyla kullanılan, X-ışını yayan cihazların bütün x ışınlarının kalibrasyonunu yapmak ve bunları periyodik olarak kontrol etmek.
2. Yeni kurulacak olan radyoloji bölümlerinin planlarının yapılmasında mimar ve mühendislerle yardımcı olmak. Radyasyondan korunmada zırlama hesaplarını yapmak. İnşaat esnasında gerekli kontrolleri yerine getirmek.
3. Radyoloji bölümlerinde çalışan ve hastalıkların tanısında kullanılan bütün cihazların standart şartlarda çalışıp çalışmadığını kontrol etmek.
4. Teşhis amacıyla kullanılan cihazlarda hasta dozunu azaltıcı önlemler bulmak, hasta, teknisyen ve doktorların aldıkları dozları ölçmek. Personel monitoring sistemini yürütmek, kayıtlarını tutmak.
5. Radyoloji bölümlerinde radyasyon ölçümlerini yapmak ve cihazların sızıntı radyasyon miktarlarını ölçmek. Radyasyon sağlığı ve güvenliği tüzük ve yönetmeliklerindeki şartları uygulamak.
6. Özel radyolojik muayenelerde kullanılan yeni diagnostik cihazların (mamografi, imaj şiddetlendirici, tomografi, komputeze aksiyel tomografi) diagnostik kalitesini tayin etmek, bunların seçiminde doktorlara yardımcı olmak.
7. Teknisyenleri eğitmek, kurslar düzenlemek.
8. Karanlık oda çalışmaları ile ilgilenmek ve yeni teknikleri uygulamak.

Diagnostik radyolojide görev yapacak medikal fizikçilerin eğitimleri lisans eğitiminden sonra yüksek lisans ve doktora programları ile mümkündür. Günümüzde, ülkemizde diagnostik radyoloji alanında çalışan medikal fizikçi sayısı maalesef çok azdır. Ülkemizde bu konuda aktif olarak yüksek lisans ve doktora

eğitimi veren tek kuruluş Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsüdür. Umarım gelecekte bu alanda daha fazla eğitim veren kuruluşlar oluşur ve bu önemli ihtiyaç karşılanabilir.

1.4. Medikal Fizik Eğitimi Veren Üniversiteler

- 1) İ Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü; <http://www.istanbul.edu.tr>
- 2) H.Ü. Onkoloji Enstitüsü; <http://www.onkoloji.hacettepe.edu.tr>
- 3) DEÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü; <http://www.deu.edu.tr>
- 4) EÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü; <http://www.ege.edu.tr>
- 5) U.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü: <http://saglikbilimleri.uludag.edu.tr>
- 6) AÜ. Fen Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü; <http://ankara.edu.tr>
- 7) EÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü; <http://sagens.erciyes.edu.tr/>
- 8) İTİCÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Fizik Programı; <http://www.iticu.edu.tr>

KAYNAKÇA

Bilge H., (2006), “Kalite kontrol ve medikal fizik”. Türk radyasyon Onkolojisi Derneği Bülteni Sayı 4.

Demir M., (2008), Nükleer tıp fiziği ve klinik uygulamaları. Ankara, Bayrak Ofset, Ankara.

Demir M., Işıman A.T.,(1999), “Nükleer tıpta fizikçinin rolü”. Türkiye Nükleer Tıp Dergisi 8(4): 227-230.

Doğan Bor. 1994, Medikal fizik ve medikal fizikçi kavramı. Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü.

National Electrical Manufacturers Association – NEMA NU (2004), Digital imaging and communications in medicine (DICOM). Rosslyn, National Electrical Manufacturers Association.

<http://www.taek.gov.tr>

www.medikalfizik.ogr.