

RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK HİZMETLERİ UYGULAMA VE
ARAŞTIRMA HASTANESİ

RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ

| | | |
|-----------|-------------------------------------|---|
| 1 | Prof. Dr. Birsen YÜCEL | Komite Başkanı / Radyasyon Onkolojisi A. D. |
| 2 | Doç. Dr. Ahmet KARADAĞ | Başhekim Yrd. |
| 3 | Gülseren KARABEY | İdari Yönetici |
| 4 | Prof. Dr. İsmail ŞALK | Radyoloji A. D. |
| 5 | Prof. Dr. Gülaçan TEKİN | Kardiyoloji A. D. |
| 6 | Prof. Dr. Esat KORĞALI | Üroloji A. D. |
| 7 | Prof. Dr. Zekiye HASBEK | Nükleer Tıp A. D. |
| 8 | Dr. Öğretim Üyesi Engin ALTINKAYA | Gastroenteroloji A. D. |
| 9 | Sağlık Fizikçisi/Uzm.Özge SÖYÜNMEZ | Radyasyon Onkolojisi A. D. |
| 10 | Uzm. Ümmügülsüm OFLAZ | Kalite Kordinatörü |
| 11 | Hemşire Fatma KAYHAN | Hemşirelik Hizm. Yöneticisi |
| 12 | Uzm. Hemşire Arzu Anıl AÇIL ÖZDEMİR | Hemşirelik Hizm. Yönetici Yrd. |
| 13 | Hemşire Fatma DEMİRBİLEK | Nükleer Tıp A. D. |
| 14 | Hemşire Tülay ALTUN ARSLAN | Ameliyathane Bölümü |
| 15 | Hemşire Elif KARADENİZ | Radyoloji A. D. |
| 16 | Tekniker Baha ALPARSLAN | Radyoloji A. D. |
| 17 | Tekniker Erhan ARSLAN | Kardiyoloji A. D. / Koroner Anjiyografi |
| 18 | Tekniker Nafiz ERDAL | Nükleer Tıp A. D. |
| 19 | Teknisyen Serdal ATEŞ | Tıbbi Cihaz Atölyesi Birimi |

1. GİRİŞ

Radyasyon ve radyoaktivitenin 1890'lı yıllarda bulunmasından sonra bu enerji kaynağından endüstriyel, askeri ve tıbbi alanlarda sayısız araştırmalar gerçekleştirilmiş ve birçok gelişmeler sağlanmıştır. Tıp alanında ise radyasyon gerek diyagnostik gerekse tedavi edici konularda yeni gelişmelere açıktır ve birçok teknik ve bilimsel gelişmelerle giderek artan yeni olanaklar sağlamaktadır. Temel olarak tıp alanında radyoloji, radyasyon onkolojisi ve nükleer tıp anabilim dalları, hastalıkların tanı ve tedavisinde radyasyonu kullanan bilim dallarıdır.

Bütün dünyada radyasyonun üretim, dağıtım ve kullanımının ulusal ve uluslararası temelde kurallara bağlanması sonucu radyasyon güvenliği geliştirilmiş ve tüm uygar ortamlarda emniyet sınırları içinde kullanımı sağlanmış bulunmaktadır. Bugün hiçbir konuda "Radyasyon Güvenliği" kadar kontrol altına alınmış ve sıkı denetlenen başka bir alan yoktur. İyonizan radyasyonun tıbbi alanda kullanımı konusunda 6 büyük uluslararası kurum mevcuttur. Bu kurumlar radyasyon güvenliğinin sağlanması ve korunma önlemleri gibi konularda kural ve kıstasların oluşturulmasında dünya çapında etkinlik göstermektedirler. Bu kurumların başlıcaları;

- a. International Commission on Radiological Protection (ICRP)
- b. United Nations Scientific Committee on the Atomic Radiation (UNSCEAR)
- c. Biological Effects of Ionizing Radiation Committee (BEIR)
- d. International on Radiological Units and Measurements (ICRU)
- e. Radiation Effects Research Foundation (RERF)
- f. Radiation Protection Advisers (RPA)

Bunların dışında Avrupa Birliği'nde radyasyon güvenliği konusunda ayrıntılı düzenleme oluşturmuştur (Directive 97/43). Bu tüzük yeni gelişmeler ışığında 1984'te kabul edilen yönergenin değiştirilip genişletilmesi ile oluşturulmuştur.

Uluslararası organizasyonların ülkeler üzerinde yaptırımları olmadığı için her ülkenin radyasyon güvenliği konusunda tüm dünyada kabul edilmiş ortak kurallar temelinde kabul ettiği kendi tüzük ve yaptırımları bulunur. Ancak yukarıda adları geçen kuruluşlar radyasyon konusunda araştırmalar yaparlar, araştırmaları teşvik ederler ve bulguları yayınlayarak tüm insanlığa yararlı bilgiler sunarak tehlikeden korunmalarına yardımcı olurlar. Çalışmaların ışığında oluşturulan yeni kurallar ve önlemler devamlı şekilde geliştirilerek toplumların daha güvenli ortamlarda yaşam sürmeleri sağlanmaya çalışılır. Bu kurumların radyasyon güvenliği konusunda yayınladıkları raporlar radyasyon işçileri, hekimler, diğer sağlık görevlileri ve toplumların sağlığını korumaya yöneliktir.

Radyasyonun risk sınırları henüz etraflı şekilde ve tam olarak belirlenememiştir. Bu konudaki çalışmalar atom bombası kazazedeleri, atom denemeleri yapılan bölgelerde yaşayanlarda yapılan takip çalışmaları ile epidemiyolojik incelemelerden kaynaklanır. Çalışmalar sonucunda radyasyonun biyolojik etkileri ve üst sınır risk değerleri konusunda oldukça tatmin edici ve değerli bilgiler elde edilmiştir. Bugün özellikle medikal alanda radyasyonun fetus, bebekler ve çocuklar ile yetişkinlerdeki risk sınırları oldukça güvenilir şekilde belirlenmiş bulunmaktadır. Birçok alanda patolojik değişime yol açacak üst sınır radyasyon değerleri büyük önem taşıdığı için kitabın birçok yerinde farklı konular içinde yer almıştır.

Bu kitapçık, radyolojik veya radyasyon içerikli çalışmalarda ortaya çıkan iyonizan radyasyonun riskleri konusuna ışık tutmak ve bilgilendirmek için hazırlanmıştır. Bu amaçla öncelikle radyasyonun temel fiziksel özellikleri ve yeryüzündeki radyasyon kaynakları ile bunların insanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bundan sonra toplumlar tarafından oluşturulan çeşitli radyasyon kaynaklarının ve elektromanyetik ışınımın etkileri ve olası zararları genel olarak bir fikir edinmek üzere ve ayrıntıya girilmeksizin kapsam içinde konu edilmiştir. ,

2. RADYASYONLA İLİŞKİLİ GENEL BİLGİLER

2.1. Radyasyon çeşitleri: Ana kaynak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu web sayfasıdır (www.taek.gov.tr). Radyasyon yaşamın bir parçasıdır. Isı ve ışık güneşten gelen radyasyonun doğal formudur. Bunların yanı sıra mikrodalgalar, radyo dalgaları, radar, X-ışınları, gama ışınları radyasyonun diğer türleridir. Bunlar çevremizde doğal olarak bulunduğu gibi yapay olarak da elde edilmektedir. Radyasyon, madde üzerinde meydana getirdiği etkilere göre;

- **İyonlaştırıcı radyasyon** (X ve gama ışınları, alfa, beta, proton, elektron, nötron ve kozmik ışınlar): Madde ile etkileştiğinde elektrik yüklü parçacıklar veya iyonları oluşturarak iyonizasyon meydana getiren X-ışınları ile radyoaktif maddelerden yayılan alfa, beta, gama ışınları gibi radyasyonlar "iyonlaştırıcı radyasyon" olarak tanımlanır.
- **İyonlaştırıcı olmayan radyasyon** (ultraviyole, kızılötesi, radyo dalgaları, mikrodalgalar) şeklinde sınıflandırılır. Baz istasyonları, cep telefonları, mikrodalga fırınları, radarlar, yüksek gerilim hatları iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarıdır.

2.2. Radyasyon Birimleri

2.2.1. Aktivite

Radyoaktif maddenin belirli bir zaman aralığındaki bozunma miktarıdır. Aktivite Birimi Becquerel (Bq)'dir. (**Eski Birim Curie**) Becquerel (Bq) = *bir saniyedeki bozunma sayısı, (s⁻¹)* (1 Ci = 3.7 x 10¹⁰ Bq veya 1 Bq = 2.703 x 10⁻¹¹ Ci)

1 Bq küçük bir değerdir.

- Her insanda 1 000 Bq üzerinde Potasyum-40 vardır.
- Birçok radyoaktif kaynağın aktivitesi 100 000 Bq'den büyüktür.
- Radyoterapide kullanılan radyoaktif kaynakların aktivitesi 100 000 000 Bq'den büyüktür.
- Nükleer tıp tetkikleri için hastaya verilen aktivite 20 000 000 - 1 000 000 000 Bq civarındadır.

2.2.2. Exposure doz (ışınlama dozu): iyonlaştırıcı elektromagnetik radyasyonun havada yarattığı iyonizasyonu tanımlar. Yeni birimi Coulomb/kilogram (C/kg), eski birimi ise röntgendir. **Röntgen (R)** normal hava şartlarında havanın 1 kg.'da 2,58x10⁻⁴ C'luk elektrik yükü değerinde pozitif ve negatif iyonlar oluşturan x ve gama ışını miktarıdır.

$$1 R = 2.58 \times 10^{-4} C/kg$$

$$1 C/kg = 3.88 \times 10^3 R$$

2.2.3. Absorbe doz (Soğurulmuş Doz): Birim kütle başına depolanan enerjinin ölçüsüdür. Her tür radyasyona uygulanabilir. Birimi; **Gray (Gy) = 1 Joule/kg Eski birim rad = 0.01 Gy) 1 Gy yüksek bir doz değeridir.**

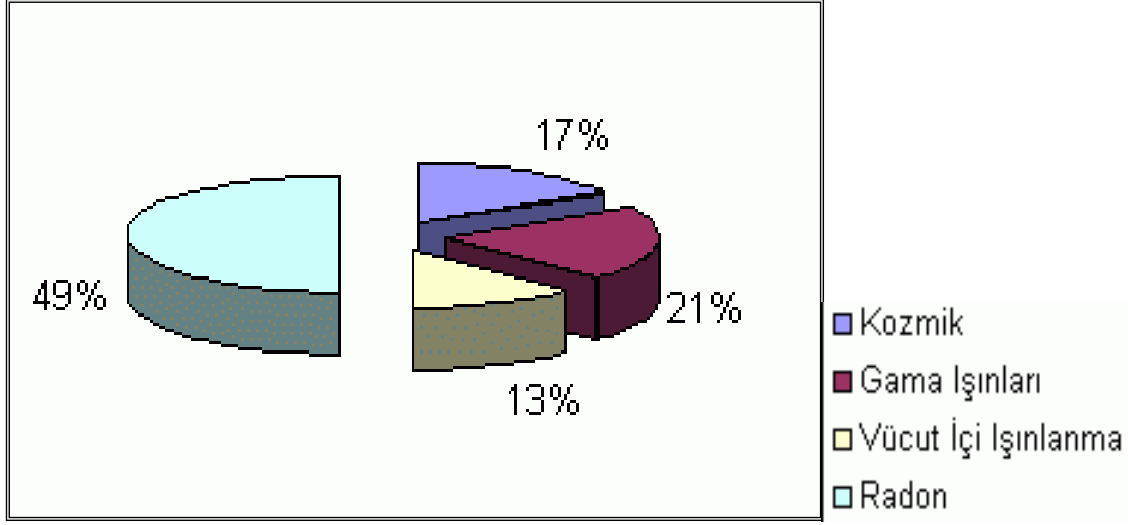
- Radyoterapide tedavi dozları **50-60 Gy** civarındadır.
- Klasik radyolojik tetkiklerde alınan doz 0.001 Gy'den küçüktür.
- Yıllık doğal radyasyondan kaynaklanan doz düzeyi (Toprak, Kozmik, gıdalar, Radon) yaklaşık 0.0024 Gy'dir.

2.2.4. Eşdeğer Doz: Vücutta toplanan enerjinin ifadesidir. Eşdeğer doz farklı tip ve enerjide radyasyonun, organ ya da doku üzerine etkisini tanımlamaktadır. Düşük doz düzeylerinde radyasyonun tipine ve enerjisine göre biyolojik hasarlarını da içeren bir kavramdır. Birimi; **Sievert (Sv) = 1 Joule/kg Eşdeğer Doz** (Eski birim rem = 0.01 Sv). Radyasyon korunmasında kullanılan bir birimdir. 1 Sv yüksek bir doz değeridir. X ışınları, gamma ışınları ve beta ışınları için 1 Gy = 1 Sv'dir .

2.3. Radyasyon Kaynakları

2.3.1. Doğal Radyasyon Kaynakları: Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli sebeplerden biri, yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin (Ra^{226}) bozunması sırasında salınan “radon gazı”dır. Radon gazının yayıldığı yüzey üzerinde bulunan evlerde iyi bir havalandırma sisteminin olması gerekir. Böyle bir havalandırma yoksa radon gazı evin içinde dışarıdakinden yüz kat hatta bin kat daha fazla olacaktır. Doğal radyasyonun bir bölümünü de uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur. Bu ışınların büyük bir kısmı atmosferde tutulurken küçük bir miktarı yerküreye ulaşabilir. Pilotlar ve yüksekte yaşayanlar kozmik ışınlarla daha çok maruz kalır.

Şekil 2.1. Doğal radyasyon kaynakları

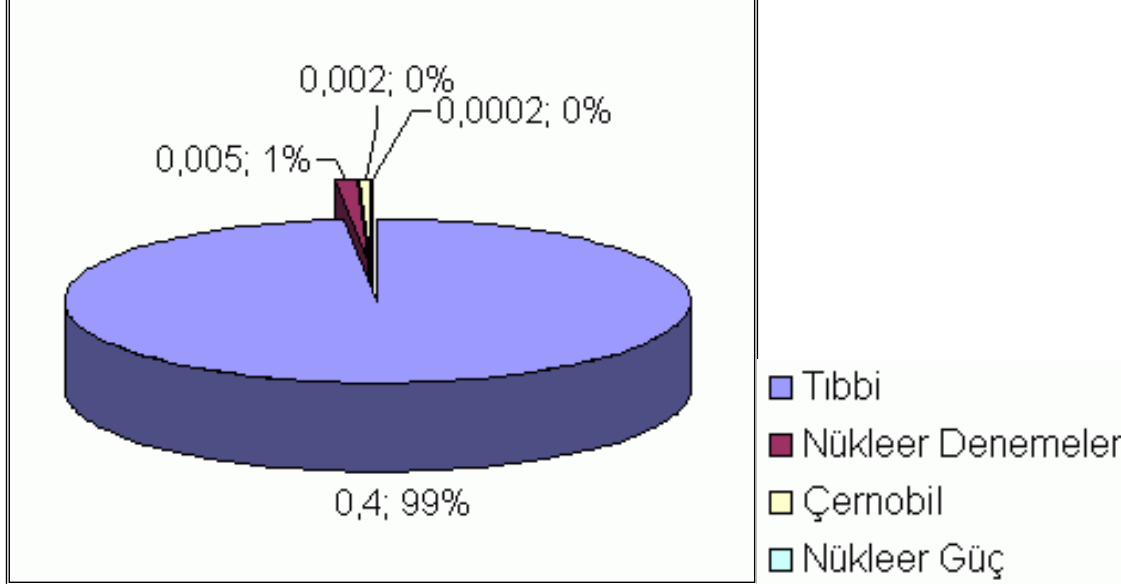


(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/dogalrad.html#radon)

2.3.2. Yapay Radyasyon Kaynakları: Teknolojik gelişiminin gereği olarak, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda ise alternatifleri yok gibidir. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları maruz kalınacak doz miktarı açısından önemli bir özelliktir. Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da

olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır.

Şekil 2.2. Yapay radyasyon kaynakları



(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/yapayrad.html)

Tablo 2.1. Dünya Geneline Alınan Yıllık Ortalama Kişisel Dozlar (Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/dunya_doiz.html)

| Kaynak | Doz (mSv) |
|--------------------------|------------|
| DOĞAL | |
| Kozmik | 0.4 |
| Gama Işınları | 0.5 |
| Vücut İçi ışınlanma | 0.3 |
| Radon | 1.2 |
| YAPAY | |
| Tıbbi | 0.4 |
| Nükleer Denemeler | 0.005 |
| Çernobil | 0.002 |
| Nükleer Güç | 0.0002 |
| Toplam (ortalama) | 2.8 |

2.3.3. Tıbbi Işınlamalar:

Radyoloji: Tıbbi alandaki radyasyon uygulamaları, radyasyonla görüntü elde edebilme ve radyasyonun hücre veya tümörleri yok edebilme yeteneğine sahip olması temeline dayanır.

Tablo 2.2. Tanısal Radyoloji

| Tetkik | | Doz (mSv) |
|------------------------|------------|-------------|
| Klasik X-Işını | Göğüs | 0.14 |
| | Kol, Bacak | 0.06 |
| | Kalça | 0.83 |
| | Kafa | 0.07 |
| | Karın | 0.53 |
| Mamografi | Tarama | 0.07 |
| | Klinik | 0.21 |
| Bilgisayarlı Tomografi | Kafa | 2.3 |
| | Vücut | 13.3 |

Tanısal Amaçlı Bazı X-Işını Tetkikleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz, Değerleri (mSv) (Kaynak: UNSCEAR 2000 Report)

Nükleer Tıp; radyofarmasotiğin hastaya sindirim, solunum veya enjeksiyon yolu ile verildiği bir tetkik yöntemidir. Hastadan yayılan gama ışınlarının gama kamera denilen özel bir detektör ile algılanarak görüntüye çevrilmesi ile doku ve organlarla ilgili gerekli bilgiye ulaşılır. Tanısal prosedürlerde Teknesyum-99m radyonüklidi yaygın olarak kullanılmaktadır. Radyonüklidlerin tedavi amacı ile kullanılmasında verilen aktivite miktarı tanısal yöntemlere göre çok daha yüksektir.

Tablo 2.3. Tanısal Amaçlı Bazı Nükleer Tıp Tetkikleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz Değerleri (Kaynak: UNSCEAR 2000)

| Tetkik | Etkin Doz, mSv |
|-------------------|----------------|
| Beyin | 6.99 |
| Kemik | 4.3 |
| Troid, Akciğer | 12 |
| Karaciğer, Böbrek | 1.5 |

Radyoterapi; kanser tedavisinde kullanılan bir yöntemdir. Kanseri vakalarının %50'sinde uygulanmakta olup kanserli hücreleri yok etmek veya ilerlemeyi yavaşlatmak üzere tedavi edilecek bölgeye yüksek doz uygulanır. Uygulanacak yer ve tedaviye göre tedavi dozu 20 Gy - 60 Gy düzeyindedir.

Tablo 2.4. Hastalık kategorisine göre hedef hacim için ortalama tedavi dozları

| Kanser/tümör türü | Tedavi Dozu (teleterapi), Gy | Tedavi Dozu (Brakiterapi), Gy |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Lenfoma | 39 | - |
| Meme | 54 | 16 |
| Akciğer | 49 | - |
| Baş-boyun | 60 | 44 |
| Beyin | 53 | - |
| Prostat | 59 | 35 |
| Jinekolojik | 50 | 45 |

2.4. Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Radyasyon dozlarını belirlenmiş limitlerin altında tutarak, kişilerde erken olumsuz etkilerin meydana gelmesini önlemek veya ilerde ortaya çıkabilecek gecikmiş olumsuz etkilerin görülmesini en aza indirmek için alınabilecek bütün önlemlerin teminini ifade eder. Hasar; ışınlanan gruplarda veya gelecek kuşaklarda ortaya çıkması olası hasarların toplamıdır.

Radyasyondan Korunma İçin Biyolojik Olayların Değerlendirilmesi: DNA'nın radyasyondan etkilenme süreci saniyenin çok küçük bir diliminde gerçekleşeceği gibi bu süreç yıllar da alabilir.

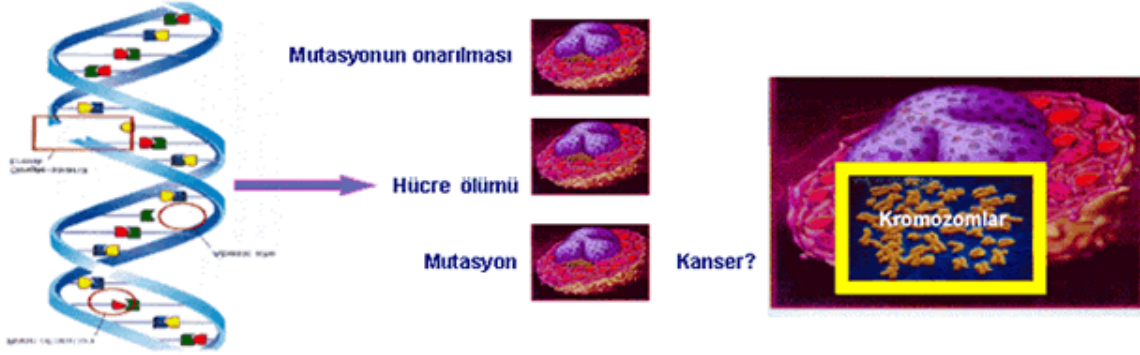
Etkileme Mekanizmaları: Radyasyon, DNA'da direkt yada indirekt (dolaylı) olarak hasar oluşturmaktadır.

Direkt hasar; iyonlaştırıcı radyasyonun DNA ile doğrudan etkileşmesi sonucunda ortaya çıkan DNA hasarı

İndirekt hasar; su moleküllerinin iyonizasyonu sonucunda oluşan serbest radikallerin hücre molekülleri ile etkileşimi nedeniyle ortaya çıkan hasar

Radyasyonun sağlık etkileri dozun büyüklüğüne ve vücudun ışınlanan bölgelerinin özelliklerine göre değişik zamanlarda ve farklı tiplerde ortaya çıkabilir. Radyasyonun etkileri deterministik ve stokastik etkiler olarak sınıflandırılır.

Şekil 2.3. Radyasyonun biyolojik etkileri



a. Deterministik Etkiler: Radyasyon dozunun vücudun herhangi bir doku veya organına hasar vermesi veya önemli reaksiyonlara neden olacak miktarda hücre ölümünü meydana getirmesi sonucunda ortaya çıkan etkilerdir. Bu etkinin ortaya çıkması küçük dozlarda sıfır olabileceği gibi bir eşik değerin üzerinde doz alınması durumunda klinik etkilerin görülme olasılığı %100'e ulaşacaktır. Bu değerin üzerindeki hasarın şiddeti doza bağımlı olarak artacaktır.

Bir anda alınan çok yüksek bir doz birkaç hafta içinde ölüme neden olabilir. Örneğin; 5 Gy veya daha fazla dozun aniden alınması uygun tedavi yapılmadığı takdirde kemik iliği ve sindirim sistemi hasarları nedeni ile ölüme sonuçlanabilir. 5 Gy'e kadar olan dozlarda uygun tedavi yapıldığı takdirde kişilerin hayatı kurtarılabilir. Ancak 50 Gy'lik doz alınması halinde medikal tedavi yapılsa bile kesinlikle ölüm gerçekleşir. Tüm vücudun değil de, vücudun belirli bir bölgesinin çok yüksek bir doz alması halinde ölüm olmasa da ışınlanan bölgede erken etkiler görülecektir. Örneğin cildin 5 Gy'lik dozu aniden alması halinde ciltte bir hafta içinde eritem (kızarıklık) ortaya çıkar. Benzer dozun üreme organları tarafından alınması halinde kısırlık meydana gelir. Bu tip etkiler radyasyonun deterministik etkileri olarak isimlendirilir. Bu tür etkiler ancak doz ve doz hızı bir eşik değeri geçtiği takdirde meydana gelir. Etkilerin şiddeti doz ve doz hızına bağlı olarak artar. Deterministik etkilerin diğer bir tipi ışınlanmadan uzun bir süre sonra ortaya çıkar. Bunlar genellikle öldürücü değildir. Fakat vücudun belirli parçalarının fonksiyon kaybına veya habis (kötü) olmayan değişikliklere neden olabilir. En iyi bilinen örnekleri gözde katarakt meydana gelmesi ve cilt hasarlarıdır.

- Erkeklerde bir defada 3.5- 6 Gy dozun,
- Kadınlarda bir defada 2.5 - 6 Gy dozun kısırlık yapması,

- Bir defada alınan 5 Gy dozun gözde katarakt yapması radyasyonun deterministik etkilerine örnektir.

b. Stokastik Etkiler: Düşük dozlarda ortaya çıkması olası etkilerdir. Etkinin ortaya çıkması için bir eşik değer söz konusu değildir. Stokastik etkiler nedeniyle kanser olma olasılığının saptanmasında belirsizlikler vardır. Düşük dozlara maruz kalmış kişilerde kanser ortaya çıkması halinde, bunun radyasyon nedeni ile olup olmadığını belirlemek mümkün değildir. Bunu ortaya koyacak somut veriler yoktur. Düşük dozlar için stokastik etkilerin ortaya çıkması olasılığı yüksek doz almış kişiler ve hayvan deneylerinin sonuçlarına dayanılarak tahmin edilmektedir. Stokastik etkilerle ilgili belirsizliklere bir yaklaşım getirmek için etkin doz birimi başına ölüm ihtimali katsayısı belirlenmiştir.

Düşük dozlar nedeniyle kanser olup ölme olasılığı katsayısı; 1 Sv (1000 mSv) için 5×10^{-2} olarak kabul edilmektedir. Halkın her yıl almasına izin verilen doz düzeyi 1 mSv'dir. Bu yaklaşımla; 1 mSv doz nedeniyle kanserden ölme olasılığının 100 000'de 5 olduğu varsayılmaktadır.

Bir değerlendirme yapmak için radyasyon dışındaki nedenlerden kanser olasılığının dünya genelinde bazı kanser türleri için %20'lere ulaştığı günümüzde meme kanseri için %18'lere, kan kanseri için %9'lara ulaştığı ve bir kişide kanserin nedeninin düşük dozda radyasyon nedeniyle olup olmadığını anlamak olanaksızdır.

Risk Karşılaştırmaları:

Tablo 2. 5. Radyasyonla Çalışanların Kanserde Ölme Riski ile Endüstriyel Kazalar Nedeni ile Ölüm Risklerinin Karşılaştırılması (Yıllık Ortalama Risk - İngiltere)

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Kömür Madeni | 1 / 7.000 |
| Petrol ve Doğal Gaz Çıkarma | 1/ 8.000 |
| İnşaat | 1 / 16.000 |
| Radyasyonla Çalışma (1.5 mSv/y) | 1 / 17.000 |
| Metal Üretimi | 1 / 34.000 |
| Kimyasal Üretim | 1 / 100.000 |
| Hizmet Sektörü | 1 / 220.000 |

3. RADYASYON ALANLARI, MARUZ KALMA SINIRLAMASI VE AZALTILMASI, ETİKETLEME VE İŞARETLEME

3.1. Radyasyon Alanları

Radyasyon alanları, 23999 sayılı Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 15. maddesine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 15: Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

3.1.1. Denetimli Alanlar (Controlled Area)

Radyasyon görevlilerinin giriş ve çıkışlarının özel denetime, çalışmalarının radyasyon korunması bakımından özel kurallara bağlı olduğu ve görevi gereği radyasyon ile çalışan kişilerin ardışık beş yılın ortalama yıllık doz sınırlarının 3/10'undan fazla radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlardır. Denetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur:

- Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri
- Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, simge ve renkleri taşıyan işaretler
- Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaşma tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilecek sürenin sınırlandırılması ile koruyucu giysi ve araçlar kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı işaretleri.

3.1.2. Gözetimli Alanlar (Supervised Area)

Radyasyon görevlileri için yıllık doz sınırlarının 1/20'sinin aşılma olasılığı olup, 3/10'unun aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen fakat çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanlardır.

3.2. Radyasyona Maruz Kalma Sınırları ve Azaltılması

3.2.1. Maruz kalma sınırları: Doz sınırlama sisteminin üç temel ilkesi aşağıda verilmiştir.

- **Uygulamaların Gerekliliği:** Işınlamanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilememelidir.
- **Radyasyon Korunmasının Optimizasyonu:** Tedavi amaçlı tıbbi ışınlamalar hariç radyasyon ışınlaması gerektiren durumlarda bireysel dozların büyüklüğü ışınlanacak kişilerin sayısı, olası tüm ışınlamalar için ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanmalıdır.
- **Doz Sınırlaması ve İzin Verilen Doz Sınırları:** Bireylerin normal ışınlamaları, izin verilen tüm ışınlamaların neden olduğu ilgili organ ya da dokudaki eşdeğer doz ile etkin doz değerleri *Radyasyon Güvenliği Yönergesi* 'nin 10 ve 12. maddesinde aşağıda belirtilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 10: Yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak, Kurum tarafından radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez.

a. Radyasyon görevlileri için etkin doz herhangi bir yılda **50 mSv**'i, ardışık beş yılın ortalaması ise **20 mSv**'i geçemez. El ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı **500 mSv**, göz merceği için **150 mSv**'dir.

b. Toplum üyesi kişiler için etkin doz herhangi bir yılda **5 mSv**'i, ardışık beş yılın ortalaması ise **1 mSv**'i geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı **50 mSv**, göz merceği için **15 mSv**'dir.

c. 18 yaşından küçükler Tüzüğün 6. maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15. maddesinin (b) bendinde belirtilen alanlarda, eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, herhangi bir yılda **6 mSv**'i

geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı **150 mSv**, göz merceği için **50 mSv**'dir.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 12: Hamileliği belirlenmiş kadın çalışan, çalışma şartlarının yeniden düzenlenebilmesi amacıyla yönetimi haberdar eder. Hamileliğin bildirilmesi kadın çalışanın çalışmasına engel teşkil etmez, gerekiyorsa çalışma koşulları yeniden düzenlenir. Bu nedenle, doğacak çocuğun alacağı dozun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması sağlanır ve toplum için belirlenen doz sınırlarına uyulur. Emzirme dönemindeki kadın çalışanlar, radyoaktif kontaminasyon riski taşıyan işlerde çalıştırılmaz.

d. Fetusu korumak amacıyla, **hamile** radyasyon görevlisinin batın yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı **1 mSv**'dir.

e. Araştırma amaçlı tıbbi ışınlanmalar ve gönüllü ve ziyaretçiler için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyleri ise 29 ve 30. maddelerde belirtilen düzeyleri geçmemelidir.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 29: Kişiye net bir yarar sağlamayan, alacakları doz ve risk hakkında kişilerin bilgilendirildiği, kişilerin ve Etik Komite'nin yazılı onayı alınmış araştırma amaçlı gönüllü ışınlanmalarda, halk için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda Kurum tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 30: Gerek görülen hallerde tıbbi tanı ve tedavi altındaki hastalara gönüllü ve bilinçli olmak koşuluyla yardım etmek isteyen veya hasta ziyareti için gelen kişilerin alacakları etkin doz, tanı ve tedavi süresince 5 mSv değerini aşamaz.

Nükleer tıp hastaların taburcu edilebilecekleri en yüksek radyoaktivite düzeyleri 31. Maddede belirtilmiştir.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 31: 131 radyoaktif maddesi verilen hastaların taburcu edilebilmesi için aşağıdaki hususlara uyulur:

a) 800 MBq'in üstünde I - 131 radyoaktif maddesi verilen hastalar vücuttaki radyoaktivite miktarının 600 MBq'in ve hastadan 1 metre uzaktaki doz hızının 30 μ Sv/saat'in altına düşünceye

kadar Kurum tarafından sıvı atık sistemi ve oda projesi uygun bulunan izolasyonlu ayrı bir odada bekletildikten sonra (e) bendi koşulları sağlamak suretiyle taburcu edilir.

b) 800 MBq'e kadar I - 131 radyoaktif maddesi verilen hastaların vücuttaki radyoaktivite miktarı 600 MBq'in ve hastadan 1 metre uzaktaki doz hızı 30 μ Sv/saat'in altına düşünceye ayrı bir odada bekletildikten sonra (e) bendi koşulları sağlamak suretiyle taburcu edilir.

c) 600 MBq'e kadar aktivite verilen hastalar (e) bendi koşulları sağlamak suretiyle taburcu edilir.

d) Hastaya verilecek yukarıda belirtilen talimatlar hastada kalan radyoaktivite miktarı ve hastanın fiziksel, sosyoekonomik ve yaşam koşulları göz önüne alınarak her hasta için özel olarak belirlenir. Hastanın özel koşulları değerlendirildikten sonra Ek-V'de verilen I-131 ile tedavi gören hastaların taburcu edilme koşullarına uymak ve hastaya, diğer kişilerle temasları ve (Değişik ibare: RG-3/6/2010-27600) radyasyondan korunma ile ilgili alınacak önlemler Ek-VI'da verilen format doğrultusunda sözlü ve yazılı talimatlar şeklinde imza karşılığı verilmek şartıyla taburcu edilir.

e) Hasta bilgilerinin, hastalara verilen aktivite miktarının, taburcu edilen hastada kalan aktivite miktarının ve hastadan 1 m mesafedeki doz hızının saati ve tarihi belirtilecek şekilde kayıtları tutulur.

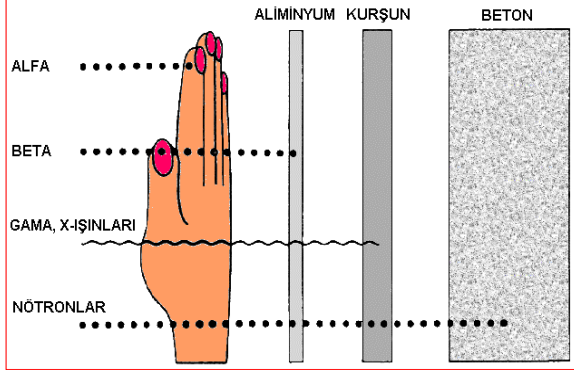
3.2.2. Doz Azaltılması

Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü

a. Zaman, Zırhlama ve Mesafe

Radyoaktiviteye mümkün olan en kısa süre temas edilmelidir. Radyoaktivite yada radyoaktif ortamda optimum izolasyon sağlanmalı, bu ortamlarda kurşun önlük, kurşun eldiven, kurşun enjektör ve enjektör taşıyıcı, kurşun cam ve maşa kullanımı sağlanmalıdır. Bu ortamları çevreleyen duvarların yeterli beton kalınlığı ve kurşun izolasyonu olmalıdır. Maruz kalınan radyasyon dozu, uzaklığın karesi ile ters orantılı ($1/R^2$ kuralı) olarak azaldığından radyoaktif kaynaklardan mümkün olduğunca uzak mesafede durulmalıdır.

Şekil 3.1. Farklı radyasyon çeşitlerinin farklı maddeler ile durdurulması



(Kaynak: Barnes WE. Basic physics of nuclear medicine. In: Henkin ER (Ed). Nuclear Medicine Volume I. Missouri: Mosby-Year Book, 1996; pp.43-63.)

b. İnternal (vücut içi) Radyasyon Dozunun Kontrolü

Radyonüklidlerin vücut içine alındığı 4 ana giriş vardır.

- İnhalasyon (solunum ile)
- Ağız yolu
- Absorbsiyon (emilim ile)
- Enjeksiyon

Özellikle açık radyoaktif kaynak kullanılan Nükleer Tıp laboratuvarı başta olmak üzere; çeker ocak, tek kullanımlık eldiven ve koruyucu cam kullanılmalı, radyasyon alanında yemek yenmesi ve sigara içilmesi engellenmeli ve ağızla pipetleme yapılmamalıdır. Sadece radyoaktif ortamda kullanılmak üzere önlük ve ayakkabı tahsis edilmeli, keskin uçlu radyoaktif aletler için dayanıklı ve izolasyonlu çöp kutuları ayrılmalıdır.

3.3. Etiketleme ve İşaretleme

Denetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur:

- Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri
- Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, simge ve renkleri taşıyan işaretler,
- Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaşma tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilecek sürenin sınırlandırılması ile koruyucu giysi ve araçlar kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı işaretleri.

4. HAMİLELİK VE TIBBİ İŞINLAMA

(Bu bölüm “ICRP publication 84 (www.icrp.org)” temel alınarak hazırlanmıştır.)

Dünyada her yıl binlerce kadın iyonize radyasyona maruz kalmaktadır. Bu maruziyet yeterli bilgi sahibi olunmadığında gereksiz yere büyük anksiyetelere ve gebeliklerin sonlandırılmasına neden olmaktadır. Oysa birçok hastada, bu uygulamalar, tıbbi olarak yerinde olup, fetus için radyasyon riski minimaldir. Fetal radyasyon riski, gebeliğin evresi ve absorblanan doz ile ilişkilidir. Radyasyon riski organogenezis ve erken fetal periyotta en yüksekken, bu risk 2 ve 3. trimestrelerde giderek azalır.

Radyasyon ile oluşan malformasyonlarda eşik radyasyon değeri 100-200 mGy olup, sıklıkla santral sinir sistemi (SSS) problemleri ile ilişkilidir.

Fetal doz 100 mGy’lik düzeye 3 Pelvik CT yada 20 konvansiyonel direkt grafi (X-ışını) işleminde dahi ulaşmaz. Bu doza pelviste floroskopi eşliğinde yapılan girişimsel işlemlerde veya radyoterapi ile ulaşılır.

Santral Sinir Sistemine Ait Malformasyonlar: SSS özellikle konsepsiyon sonrası 8-25. haftalarda radyasyona duyarlıdır. 100 mGy üzerindeki fetal dozlarda mental fonksiyonlarda (IQ) azalmaya yol açabilir. 1000 mGy dozlarında ise ciddi mental retardasyon ve mikrosefali gelişebilir.

Lösemi ve Diğer Kanseler: Radyasyonun, erişkin ve çocuklarda, lösemi ve diğer bazı kanserlerin gelişim riskini arttırdığı gösterilmiştir. Gebelikte de fetus benzer riski taşımaktadır. 10 mGy’lik fatal dozda relatif risk 1.4’tür bu normal insidanstan %40 artışa işaret eder.

Tablo 3.1. Alınan radyasyon dozuna göre SAĞLIKLI çocuk doğurma olasılığı (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

| Doz | Malformasyon <u>olmama</u> olasılığı | Kanser <u>olmama</u> olasılığı (0-19 yaş) |
|----------|--------------------------------------|---|
| 0 mGy | %97 | %99.7 |
| 1 mGy | %97 | %99.7 |
| 5 mGy | %97 | %99.7 |
| 10 mGy | %97 | %99.6 |
| 50 mGy | %97 | %99.4 |
| 100 mGy | %97 | %99.1 |
| >100 mGy | Olası | Yüksek |

Hamilelik Öncesi Işınlama: Hamilelik öncesi, gonadları ışınlanmış ebeveynlerin doğacak çocuklarında kanser veya malformasyon oluşma riskinde artış gösterilememiştir. Bu bilgi atom bombası kurbanları ile radyoterapi hastalarından elde edilmiştir.

Hamilelik Potansiyeli Olan Hastaların Değerlendirilmesi: Doğurganlık çağındaki tüm kadınların hamilelik durumları mutlaka sorgulanmalı ve aksi ispat edilene değin adet günü gecikmiş tüm kadınlar hamile kabul edilmelidir. Hasta bekleme alanlarında ve tüm radyoaktif ortam girişlerine hamileleri uyarıcı işaretler/yazılar yerleştirilmelidir.

Rutin Radyolojik Uygulamalarda Maruz Kalınan Fetal Dozlar:

Tablo 3.2. Konvansiyonel röntgen (X ışını) uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

| Uygulama | Ortalama Doz (mGy) | Maksimum Doz (mGy) |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Abdomen | 1.4 | 4.2 |
| Toraks | <0.01 | <0.01 |
| IVP, Lomber vertebralar | 1.7 | 10 |
| Pelvis | 1.1 | 4 |
| Kranium / Torakal vertebralar | <0.01 | <0.01 |

Tablo 3.3. Floroskopi ve BT uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation (www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

| Uygulama | Ortalama Doz (mGy) | Maksimum Doz (mGy) |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Baryum (üst GİS) | 1.1 | 5.8 |
| Baryum enema | 6.8 | 24 |
| Kranial CT | <0.005 | <0.005 |
| Toraks CT | 0.06 | 1.0 |
| Abdomen CT | 8.0 | 49 |
| Pelvis CT | 25 | 80 |

Rutin Nükleer Tıp Uygulamalarında Maruz Kalınan Fetal Dozlar

Tablo 3.4. Nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation (www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

| Uygulama | Uygulanan aktivite (MBq) 1 mCi = 37 MBq | Erken Gebelik Doz (mGy) | 9. Ay Doz (mGy) |
|--------------------------|---|-------------------------|-----------------|
| Tc-99^m | | | |
| Kemik Sint. | 750 | 4.7 | 1.8 |
| Akciğer sint. | 240 | 0.9 | 0.9 |
| Karaciğer Kolloid | 300 | 0.6 | 1.1 |
| Tiroid Sint. | 400 | 4.4 | 3.7 |
| Böbrek (DTPA) | 300 | 9.0 | 3.5 |
| İşaretli eritrosit | 930 | 6.0 | 2.5 |
| I-131 | | | |
| Tiroid Uptake | 0.55 | 0.04 | 0.15 |

Gebeliğin Sonlandırılması: Fetal dozun 100 mGy'den düşük olduğu durumlarda radyasyon riski temel alınarak gebeliğin sonlandırılması uygun değildir. 500 mGy'den yüksek dozlarda ciddi fetal hasar riski bulunmaktadır. 100-500 mGy arası fetal dozlarda ise olgu bazında değerlendirme yapılmalıdır.

5. ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMALAR

5.1. İnsan Çalışmaları: Kişiye net bir yarar sağlamayan, alacakları doz ve risk hakkında kişilerin bilgilendirildiği, kişilerin ve Etik Komitenin yazılı onayı alınmış araştırma amaçlı gönüllü ışınlanmalarda, halk için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda Kurum tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.

5.2. Hayvan Çalışmaları

- Radyoaktif madde uygulanan hayvan kafesleri etiketlenerek, uygulanan radyoaktif madde cinsi ve dozu belirtilmelidir.
- Non-radyoaktif hayvanlar ile ayrı ortamlarda tutulmalıdır.
- Havaya radyoaktivite karışma riski nedeni ile uygun havalandırma sistemleri kullanılmalıdır.
- Hayvan çıkartıları ve atıkları radyoaktif atık işlemi görmelidir.

- Hayvan bakıcıları radyasyon güvenliği konusunda eğitilmelidir.

5.2.1. Hayvan Çalışmaları İçin Uygulama Sonrası Radyasyon Güvenliği İçin Uyulması Gereken Kurallar

a. Radyoaktif uygulamalar içeren çalışmalarda kullanılan denek hayvanları birer mobil radyasyon kaynakları olarak değerlendirildikleri için barındırılmaları veya sevkiyatlarında radyasyon korunma prensiplerine bağlı kalınmalıdır.

b. Sorumlu araştırmacı radyasyon güvenliği konusunda bilinçlendirilmeli ve çalışmaları sırasında dozimetri takılmalıdır.

c. Uygulama sonrası hayvanlar canlı kalacak ise; deney hayvanları biriminde ayrı bir bölüm tahsis edilerek, giriş bölümünde radyasyon ikaz işareti bulundurulmalıdır. Araştırma kayıtlarını içeren dokümanlar; kullanılan radyoaktif maddenin cinsi, miktarı, çalışılan hasta sayısı tekrar kullanılması için yüzey ışınlama değerini içeren bilgileri kapsamalıdır.

d. Uygulama sonrası sakrifiye edilen hayvanlar katı radyoaktif atık işlemlerine tabi tutulmalıdır.

- Denek hayvanları radyoaktif poşeti içine konulmalıdır.
- Poşet üzerine; kullanılan radyoaktif madde, toplam aktivite, işlem tarihi, poşet yüzeyi ışınlama değeri ve ıslah tarihini içeren etiketleme yapılmalıdır.
- Radyoaktif ceset olarak tanımlanan bu atıkların dış ışınlamaları önerilen radyasyon seviyesine düşene kadar patoloji ile konsültasyon yapılarak özel hazırlanacak formal içinde ayrı bir yerde bekletilmelidirler.
- Poşet yüzey ışınlama ölçümü atık teslim seviyesine ($5\mu\text{Sv}$ veya 0.5 mR/h) düştüğünde sorumlu kişilere teslim edilmelidir.
- Katı radyoaktif atık ölçüm ve atık ıslah işlemleri radyasyon güvenliği korunma komitesi ile işbirliği içinde yürütülmelidir.

5.3. Etik Kurul İle Kooperasyon: Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi “Bilimsel Danışma Kurulu”, Hastane “Etik Komitesi” ile işbirliği kurarak, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon içeren uygulamalara dönük önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirmeli ve “gerekçelendirme” prensibine uygun olarak karar almalıdır. Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesinden onay alınmadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılmamalıdır.

6. ULUSLARARASI RADYOLOJİK KORUNMA KURULU ÖNERİLERİ

Tüm dünyada radyasyon uygulaması ve radyasyondan korunma konusunda oluşturulması gereken “Radyasyon Korunma Kuralları” henüz, tam olarak belirlenememiştir. Keza radyasyon

korunmasında uygulanan kıstaslar konusunda gerek uluslararası ve gerekse ulusal boyutlarda hatta aynı hastane içinde dahi bir fikir birliği oluşturulamamaktadır. Ancak aşağıda sunulan kıstasları saplayan “Uluslararası Radyolojik Korunma Kurulu”nun önerdiği kurallar genel olarak kabul görmüştür. Bunlar şöyle sıralanır:

- a. Radyasyonla işlerlik gösteren bütün tıbbi işlemlerin uygulanması, gerek meslek çalışanları (radyolog- radyoloji teknisyeni) gerekse hasta açısından haklı nedenlere dayandırılmalıdır.
- b. Normal adet gören bir bayanda adet gecikmesi, aksi ispat edilmedikçe hamilelik olarak kabul edilmelidir.
- c. Hamile olan ve tıbbi radyasyonla çalışan görevliler radyasyon ortamında çalışabilirler. Ancak taşıdıkları fetüsün alacağı fetal radyasyon dozunun 1 mGy in altında olması gerekir. Bu amaçla uygun güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- d. Radyasyonla çalışan hamile görevliler ve radyasyonlu tetkik yaptıracak hastalar uterus içi radyasyonun olası potansiyel etkileri konusunda bilgilendirilmelidirler. Ancak bu bilgi verme, alınacak radyasyonun derecesi ile bağıntılı olmalıdır. Riskin ihmal edilebilir veya çok düşük dozda (Fetüse olası radyasyon < 1 mGy) olması durumunda bu bilgilendirme ihmal edilebilir. Buna karşın fetal radyasyon dozu 1 mGy in üzerinde ise hasta veya çalışan görevlinin ayrıntılı şekilde bilgilendirilmesi gerekir.
- e. Hastaya radyolojik tetkik kararı sonrası verilecek radyasyon miktarının mümkün olduğunca az olmasına özen gösterilmelidir. 100 mGy in altındaki fetal radyasyon dozları radyasyon riski açısından hamilelik sonlandırılması için haklı bir neden oluşturmaz.
- f. 100-500 mGy arası fetal radyasyon dozlarında karar kişisel duruma göre değerlendirilmelidir.
- g. 500 mGy in üzerindeki fetal radyasyon dozları belirgin derecede fetal hasara yol açabilir. Hasar derecesi açısından hamilelik devresi ve radyasyon dozu etkilidir ve risk dozla orantılı olarak artar. Değerlendirmede hamilelik sırasındaki bütün radyolojik tetkiklerde alınan radyasyon dozlarının toplam miktarı dikkate alınmalıdır. Keza fetusun doğrudan veya yakın komşuluk yolu ile aldığı radyasyonun dozu ve dolayısıyla etkileri daha fazla olur.

Özet olarak, hamilelerde gerektiğinde dış röntgeni, kranium, akciğer ve ekstremitte grafileri çekilebilir. Keza hamilelerde mammografi, pelvis dışı BT tetkikleri de istenebilir. Zira bu tetkiklerde radyasyonun abortus, fetal gelişme geriliği, konjenital malformasyon ve mental gerilik gibi riskleri bulunmaz. Ayrıca %99'dan yüksek bir olasılıkla bu tetkiklerin çocukluk döneminde kanser oluşmasına neden olma riski de yoktur.

Fluoroskopik tetkikler, pelvik-BT tetkiki, radyoterapi veya radyonüklid tetkik çalışmalarında ise durum biraz farklıdır. Bu uygulamalar sonucu alınan fetal radyasyon dozu uzmanlar tarafından hesaplanıp değerlendirilmelidir. Sonuçlar fetal risk derecesinin saptanmasını takiben hastane fizikçisi ve hekimler tarafından konsülte edilerek sonuç belirlenmelidir.

7. SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK HİZMETLERİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA HASTANESİ RADYASYONDAN KORUNMA PROGRAMI

7.1. Amaç

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hastaneleri, Sivas'ta en ileri düzeyde sağlık hizmeti sunan, tıp eğitimi, toplum sağlığı, hasta bakım hizmetleri veren ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel araştırma faaliyetleri yürüten, üçüncü basamak sağlık kurumlarıdır.

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hastanelerinde, ilgili bölümlerde kullanılan radyasyon üreten cihazların tamamı ve radyoaktif maddeler, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından lisanslı olup hastaların yararına olacak şekilde faaliyet göstermektedir.

Bu el kitabı, radyasyon üreten cihazların ve radyoaktif maddelerin; sağlık, eğitim ve araştırma amacıyla güvenli ve etkin kullanımına katkıda bulunmak, hastane personeli, hasta ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla, TAEK'in Radyasyon Güvenliği Mevzuatı ve ilgili kanun ve yönetmeliklerin rehberliğinde tüm hastane personeline yönelik olarak hazırlanmıştır.

7.2. Yetki ve Sorumluluklar

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesi: İşveren olarak, TAEK'in düzenlemeleri doğrultusunda kurum içi radyasyon güvenliğini sağlamakla yükümlüdür.

7.2.1. Hastane yönetimi görev ve sorumlulukları:

- a) Kurum içinde hasta, sağlık çalışanları ve çevre açısından radyasyon güvenliğini sağlamak,
- b) Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesinin görevlendirilmesi, çalışanlarının denetlenmesi ve alınan kararların uygulanmasını sağlamak,
- c) Radyasyon Güvenliği komitesinin bilimsel çalışmalarını kurum olanakları dahilinde desteklemek.

Tablo 7.1. Hastane yönetimi sorumluları ve görevlileri

| Adı soyadı | Görevi | Eğitimi | Telefon no |
|----------------------------|---|---------------------------|-----------------|
| Prof. Dr. Ömer Tamer Doğan | Hastane Yönetimi Sorumlusu | Göğüs Hastalıkları Uzmanı | 0.346.258 13 00 |
| Doç. Dr. Ahmet KARADAĞ | Radyasyon Güvenliğinden Sorumlu Başhekim Yardımcısı | Fizik Tedavi Uzmanı | 0.346.258 13 00 |
| Gülseren Karabey | Hastane İdari Yöneticisi | Hemşirelik | 0.346.258 0293 |

7.2.2. Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Kurulu (RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ), Fonksiyon ve Sorumlulukları

TAEK tarafından; iyonizan (İyonlaştırıcı) radyasyon uygulamalarının yapıldığı, Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyasyon Onkolojisi gibi en az iki bölümün olduğu devlet hastaneleri, askeri hastaneler, üniversite hastaneleri ve özel hastanelerde çalışanların, hastaların ve çevrenin radyasyondan korunma ve güvenliğini sağlamak amacıyla 02. 07. 2002 tarihli resmi yazısı ile "Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Kurulu" kurulması istenmiştir. Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Komitesi başkanlığına seçilmiştir. O tarihten itibaren kurul yılda en az 2 kez toplanmaktadır. Radyasyon güvenliği komitelerinin çalışma usul ve esasları Kurum tarafından belirlenmektedir.

İyonlaştırıcı radyasyonun uygulamalarının yapıldığı, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi, ve Radyoloji gibi en az 2 tanesinin yapıldığı devlet hastaneleri, askeri hastaneler, üniversite hastaneleri ve özel hastanelerde çalışanların, hastaların ve çevrenin radyasyondan korunma ve güvenliğini sağlamak amacıyla "Radyasyon Güvenliği Komitesi" kurulmalıdır.

7.2.2.1. Komitenin oluşturulması ve çalışması:

- Komite üyeleri; lisans sahibi/sahipleri, radyasyon korunması görevlisi/görevlileri, medikal fizikçiler, hemşire temsilcisi, hastane yönetimi temsilcisi (başhekim, başhekim yardımcısı, baş müdür, baş müdür yardımcısı gibi) en az 4 kişiden oluşması tavsiye edilir. Radyasyon kaynağı kullanan herbir birimin (Radyasyon Onkolojisi, Nükleer Tıp, Genel Radyoloji, Kardiyoloji, vb) temsilcisi bu komitede yer almalıdır.
- Komite, sağlıkta kalite standartlarına göre, yılda enaz 4 (dört) kere toplanmalıdır.
- Komitenin kimlerden oluştuğu her yıl hastane yönetimi tarafından yayınlanarak, görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişiler ve diğer ilgililere tebliğ edilmelidir.
- Komite başkanı seçimle göreve gelmesi tavsiye edilir.

- e. Toplantıların radyasyon korunması görevlisi ve hastane yönetim temsilcisi mutlaka olmak kaydıyla çoğunluk sağlandığı takdirde yapılması tavsiye edilir.
- f. Kararlar oy çokluğu ile alınmalıdır. Eşitlik durumunda başkanın oyu iki oy sayılır.
- g. Her komite toplantısı rapor edilmeli ve bu raporun aşağıdaki hususları içermesi tavsiye edilir. Komite toplantı raporu tüm üyelere ve diğer ilgili kurum (TAEK, Sağlık Bakanlığı, YÖK, vb.) ve kişilere dağıtılmalı ve bir kopyası da ayrı dosyada saklanmalıdır.
 - Toplantı tarihi,
 - Toplantıya katılan ve bulunamayan üyeler,
 - Tartışılan ve karara varılan hususlar,
 - Yapılmasına karar alınan işler ve tavsiyeler,
 - Optimizasyon (ALARA) prensibinin uygulanış ve yürütülmesi çerçevesinde yapılan plan ve programların gözden geçirilerek varılan sonuçlara ilişkin kararlar,

7.2.2.2. Her komite aşağıdaki idari gereklilikleri yerine getirmelidir:

- a. Komite, Denetimli ve gözetimli alanların belirlenmesi ile ilgili çalışmalarını değerlendirerek uygunluğunu denetler
- b. Komite, görsel/sesli radyasyon uyarı işaretlerinin uygun şekilde yerleştirilmesini ve çalışır durumda olmasını sağlar
- c. Komite, yılda bir kez Radyasyon cihazları ya da kaynaklarının bakım ve kalibrasyonu kontrolünü sağlar.
- d. Komite, her toplantıda kuruluş/kuruluşlarda bulunan tüm radyasyon üreten cihazların envanterini gözden geçirir, sorumlu değişikliği, yeni cihaz alımı, faaliyeti sonlandırılan uygulamalar gibi lisans koşullarını etkileyebilecek değişiklikleri değerlendirir.
- e. Komite, radyasyon seviyeleri ölçüm sonuçlarına göre uygulamaya özgü doz kısıtlamalarını değerlendirir.
- f. Komite, radyasyon uygulamalarının yapıldığı bölümlerde çalışanların, toplumun ve hastaların radyasyon güvenliğini sağlamak ve kişisel veya kolektif dozların mümkün olan en düşük seviyede tutulabilmesi için radyasyonla çalışılan tüm bölümlerde çalışma koşullarının uygunluğunu değerlendirir.
- g. Komite, hasta, hasta yakını, çalışanlar ve toplumun radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasına yönelik gerekli tedbirlerin alındığını değerlendirir ve uygunsuz durumların takibini yapar
- h. Komite, radyasyondan korunmaya ilişkin çalışma talimatlarının hazırlanmasını ve uygulanmasını sağlar. Talimatların etkin şekilde uygulanmasında karşılaşılan idari ve teknik aksaklıkları belirleyerek gerekli görülen iyileştirmeler için önerilerde bulunur.

- i.** Komite, yapılan idari ve teknik düzenlemelerin yerine getirilip getirilmediğini düzenli aralıklarla denetler.
- j.** Komite, radyasyonla çalışan kişilerin eğitimi ile ilgili olarak, eğitim programlarını oluşturulması için önerilerde bulunur.
- k.** Komite, "Etik Komite" ile işbirliği kurarak, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon içeren uygulamalara dönük önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirmeli ve "gerekçelendirme" prensibine uygun olarak karar almalıdır. Komiteden onay almadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılmamalıdır.
- l.** Komite, her yıl radyasyon güvenliği programlarını yeniden gözden geçirmeli, aksayan yönleri saptamalı, yenilemelidir.
- m.** Komite, çevresel radyasyon ölçümlerinin takibini sağlar
- n.** Radyasyon kaynakları ile ilgili kazalar ve acil durumların takibini sağlar
- o.** Komite, tespit edilen uygunsuzluklar ile gerekli iyileştirme faaliyetlerinin üst yönetime raporlanması ve izlenmesini sağlar
- p.** Komite, Radyasyon Güvenliği El Kitabı'nın hazırlanmasını, gerekli görüldüğünde yılda bir kez güncellemesini yaparak ve onaylar. Her yıl hazırlanan radyasyon güvenliği programlarının ve "Radyasyon Güvenliği El Kitabı"nın bir kopyasını Kuruma gönderir. Ayrıca tüm radyasyon görevlilerinin ulaşabileceği şekilde ilgili bölümlere "Radyasyon Güvenliği El Kitabı"nın dağıtımını sağlar

7.2.3. Çalışanların Görev ve Sorumlulukları

7.2.3.1. Birim Sorumlusunun Görev ve Sorumlulukları

- a.** ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ilkelerine uygun olarak, görevli personelin, hasta ve hasta yakınları ile çevrenin radyasyondan korunmasının sağlamak amacıyla gerekli düzenleri yapmak,
- b.** Radyasyonlu alanlarda ölçüm ve izlemi denetlemek,
- c.** Radyasyondan korunmasında optimizasyon, radyoaktif madde kullanılan alanların güvenliğinin sağlanması, radyasyon kaynaklarının çalınması ve kaybolmasını engelleyecek güvenlik sistemini oluşturulmasını sağlamak,
- d.** Radyoaktif kaynaklarının depolanması, kayıt ve taşınması ile ilgili kuralların uygulanmasını sağlamak,
- e.** Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalıştığı sırada kullanmak zorunda olduğu TLD ve/veya film dozimetreleri, yüzük dozimetrelerini sağlamak ve denetlemek,

- f. Denetimli ve gözetimli alanlarda, radyasyon düzenine uygun ve etiketlerin, çalışma kurallarının ve kaza durumu girişim planının bulunmasını ve kolayca görülebilecek biçimde yerleştirilmesini sağlamak,
- g. Radyasyonlu alanlarda bulunan cihazların bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetimlerinin yapılmasını sağlamak ve izlemek,
- h. Radyasyonla çalışan kişilerin Radyasyon Güvenliği Komitesi tarafından oluşturulmuş protokollerle sağlık taramalarının yapılmasını tasarlamak ve denetlemek,
- i. Radyasyonla çalışan tüm birimlerden, yıllık durum değerlendirme bildirimini almak,
- j. Denetimli ve gözetimli alanlarda çalışan kişilerin hizmet içi eğitimlerini sağlamak,
- k. Radyasyon Güvenliği El Kitabını hazırlamak ve güncellemek,
- l. Tehlike durum planlarını hazırlamak ve tehlike durumunda planda belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilmesini, kaza durumunun yönetilmesinin sorumluluğunu üstlenmek.

7.2.3.2. Radyasyondan Korunma Sorumlusunun Görevleri

- a. Radyasyon korunma programı doğrultusunda çalışanları ve işe yeni başlayanları bilgilendirmek, programın uygulanmasını sağlamak,
- b. Radyasyon ölçümleri için uygun cihazların bulundurulmasını, kullanılmasını ve kalibrasyonlarının yapılmasını sağlamak, çalışma alanları için ölçüm programlarını gerçekleştirmek,
- c. A koşulu çalışanların kişisel dozimetrelerinin düzenli olarak kullanıldığını ve işe başlamadan önce ve çalıştığı süre boyunca yılda en az bir kez tıbbi muayenelerinin yaptırılmasını takip etmek,
- d. Radyasyon görevlileri ve halk için radyasyondan korunmaya yönelik önlemleri almak,
- e. Lisans sahibi ve radyasyondan korunma danışmanına yılda en az bir kere radyasyondan korunma programının uygulanmasına ilişkin durum değerlendirme raporu vermek,
- f. Kapalı radyoaktif kaynakların emniyeti ve güvenliğine ilişkin tedbirleri almak,
- g. Kapalı radyoaktif kaynakların sızıntı testini yapmak ve yaptırmak,
- h. Açık radyoaktif kaynaklarla çalışılan alanlarda radyoaktif buluşmayı kontrol etmek ve önleyici tedbirleri almak,
- i. Radyoaktif maddelerin kuruluş içinde ve dışında güvenli taşınmasını sağlamak,
- j. Radyasyon alanlarına uygun uyarı etiketleri, çalışma talimatları ve kaza durumu müdahale planını kolayca görülecek yerlere asmak,

- k.** Radyoaktif kaynaklarının temininden bertarafına kadar tüm aşmalarda radyasyon güvenliğini ve emniyetini sağlamak,
- l.** Radyoaktif atıkların güvenli bertarafına ilişkin işlemleri, belirlenen talimatlar çerçevesinde gerçekleştirmek,
- m.** Kullanımdan vazgeçilen ve bir daha kullanılması düşünülmeyen kapalı radyoaktif kaynakların mahrecine veya radyoaktif atık işleme tesislerine gönderilmesi işlemlerini mevzuata uygun şekilde gerçekleştirmek,
- n.** Radyasyonla çalışanların ve harici görevlilerin radyasyondan korunma konusunda eğitimde görev almak,
- o.** Gerekirse çevre ölçüm programlarını yürütmek,
- p.** Kurum tarafından istenen kayıtları tutmak
- q.** Tehlike durum planlarını hazırlamak ve bir tehlike durumunda planda belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilmesini, kaza durumunun yönetilmesinin sorumluluğunu üstlenmek.

7.2.3.3. Radyasyon Güvenliği Görevlisi, Acil Durum Sorumlu Hemşire ve Radyoloji Teknikeri Görevleri

- a.** Erişilebilen en düşük doz (ALARA – As Low As Reasonably Achievable) ilkelerine uygun olarak, görevli personelin, hasta ve hasta yakınları ile çevrenin radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasına yönelik gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak ve tedbirlerin uygulama durumunu izlemek,
- b.** Radyasyonlu alanlarda ölçüm ve izlemi denetlemek,
- c.** Radyasyon korunmasında optimizasyon, reaktif madde kullanılan alanların güvenliğinin sağlanması, radyasyon kaynaklarının çalınması ve kaybolmasını engelleyecek güvenlik sisteminin oluşturulması sağlamak,
- d.** Radyoaktif kaynakların depolanması, kayıt ve taşınması ile ilgili kurallarının uygulanmasını belirlemek,
- e.** Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalıştığı sırada kullanmak zorunda olduğu TLD ve/veya film dozimetrelerini sağlamak, denetlemek,
- f.** Denetimli gözetimli alanlarda, radyasyon düzeyine uygun uyarı ve etiketlerin, çalışma kurallarının ve kaza durumu girişim planının bulunmasını ve kolayca görülebilecek biçimde yerleştirilmesini sağlamak,
- g.** Radyasyonlu alanlarda bulunan cihazların bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetimlerinin yapılmasını sağlamak,

- h.** Radyasyonla çalışan kişilerin Radyasyon Güvenliği Komitesi tarafından oluşturulmuş protokollerle sağlık taramalarının yapılmasını tasarlamak ve denetlemek,
- i.** Denetimli ve gözetimli alanlarda çalışan kişilerin hizmet içi eğitimlerini sağlamak,
- j.** Radyasyondan korunma programı doğrultusunda çalışanları ve işe yeni başlayanları bilgilendirmek, programın uygulanmasını sağlamak,
- k.** Tehlike durum planlarını hazırlamak ve bir tehlike durumunda planda belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilmesini, kaza durumunun yönetilmesinin sorumluluğunu üstlenmek

7.3. Personel Ölçüm ve İzlem

- a.** Rutin eğitim, araştırma, bilimsel çalışmalarda kullanılacak radyoaktif madde kullanım yeri ve şekli radyasyon güvenliği açısından uygun olmalıdır.
- b.** Daha önce ve halen zehirli, kimyasal, biyolojik maddeler veya diğer tehlikeli koşullara maruz kalarak çalıştırılan kişiler radyasyona maruz kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamalıdır.
- c.** Radyasyonlu alanlarda yapılan işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) kullanımı sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- d.** İşe alınacak radyasyon görevlilerinin sağlık durumlarının yapacağı işe uygun olup olmadığı hakkında sağlık raporu alınmalı ve çalıştıkları süre içinde, yılda en az bir kez tıbbi muayeneleri ile hematolojik ve göz kontrolleri yaptırılarak takip edilmeli, kayıtları tutulmalıdır. Sonuçları yılda 1 kez komiteye sunularak değerlendirilmelidir.
- e.** İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulan bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılması sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- f.** Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetreleri komite temsilcileri tarafından kontrolü yapılarak kaydı tutularak sonuçları komitede değerlendirilmelidir. Radyasyona maruz kalan yada öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için durum değerlendirmesinin yapılarak ilgili bölüme tavsiyelerde bulunulmalıdır.

- g. Personelin maruz kaldığı kişisel radyasyon dozlarının maksimum müsaade edilen seviyenin altında tutulabilmesi için, alınan dozları ölçmek ve kayıtları ilgili bölümce tutmalı
- h. Personele, radyasyon bakımından sağlığının korunduğu güvencesini vermeli,
- i. Kuruluş ve personel arasındaki fazla doz alma anlaşmazlıklarında kanuni koruma olanağı sağlamalı

7.4. Cihazlar

- a. Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite kontrol ve kalibrasyon yapılmalıdır.
- b. Her cihazın kolay ulaşılır bir yerinde kullanım kılavuzu bulundurulmalıdır.

8. SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK HİZMETLERİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA HASTANESİNDE RADYASYONLA ÇALIŞAN BİRİMLER: "3153" No'lu Yasaya tabi olan bölümler

8.1. RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI RADYASYONDAN KORUNMA PROGRAMI

8.1.1. Amaç

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hastaneleri Radyodiagnostik Anabilim Dalı tıp, radyoloji uzmanlığı eğitimi yanı sıra hastanemizin ve yakın şehirlerimizin tıbbi görüntüleme, teşhis ve tedavi ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Anabilim Dalı, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Radyoloji Teknikerliği Programının eğitim programına destek vererek ön lisans düzeyinde eğitim hizmeti de sunmaktadır.

8.1.2. Cihazlar

Radyoloji departmanı ve hastanelerin çeşitli birimlerinde (Ameliyathaneler, üroloji, gastroenteroloji, kardiyoloji birimlerinde) sağlık hizmetine yönelik donanımı; 3 (üç) adet Direkt röntgen aygıtı, 2 (iki) adet bilgisayarlı tomografi (BT), 1 (bir) adet Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), 6 (altı) adet C-kollu Skopi sistem, 1 (bir) adet DSA (Dijital Substraksiyon Anjiyografi), 1 (bir) adet DEXA (Kemik Yoğunluğu Ölçümü) ve 5 (beş) adet Ultrasonografi cihazı, 2 (iki) adet Portable (Seyyar) röntgen aygıtından oluşmaktadır. Sistem ve gereçler, uluslararası kurallara uygun olarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile hizmet vermektedir.

8.1.3. Çalışanlar

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda radyasyondan korunma programı çerçevesinde, radyasyondan korunma sorumluları, olası tehlike durumu ve olağandışı durumlarda sorumlu olacak kişiler ile bu durumlarda görev alacak kişiler, bu kişilerin isimleri, eğitim durumları, ulaşılabilir telefon numaraları ile sorumlulukları ve yetkileri Tablo 8.1.1.'de net bir şekilde açıklanmaktadır.

8.1.4. İş yerinin izlenmesi, ölçüm ve işaretleme

8.1.4.1. Etiketleme ve işaretleme: Denetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur.

- Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri
- Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, simge ve renkleri taşıyan işaretler

- Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaşma tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilecek sürenin sınırlandırılması ile koruyucu giysi ve araçlar kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı işaretler

Tablo 8.1.1. Tehlike durumunda ve olağandışı durumlarda görev alacak personel (RGG: Radyasyon güvenliği görevlisi)

| Adı soyadı | Görevi | Eğitimi | Telefon no |
|-------------------------|---|-----------------------------------|----------------|
| Doç. Dr. İsmail ŞALK | Radyasyondan Korunma Sorumlusu | Radyoloji Uzmanı | 0.346.258 0274 |
| Hem. Elif KARADENİZ | Acil Durum Sorumlu Hemşiresi, RGG | Lisans (Sorumlu Hemşire) | 0.346.258 0274 |
| Tekn. Baha ALPARSLAN | Radyoloji Sorumlu Teknikeri, RGG | Önlisans (Radyoloji Teknikeri) | 0.346.258 0293 |
| Tekn. Bedri ÖZDEN | Radyoloji Teknikeri | Lisans (Radyoloji Teknikeri) | 0.346.258 0296 |
| Tekn. Mehmet GÜRBÜZ | Radyoloji Teknikeri | Önlisans (Radyoloji Teknikeri) | 0.346.258 0061 |

8.1.4.2. Cihazlar

Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite kontrol ve kalibrasyon yapılmalıdır. Her cihazın kolay ulaşılır bir yerde kullanım kılavuzu bulundurulmalıdır.

8.1.4.3. Personel Ölçüm ve İzlem

- Radyasyonda çalışan personeline film dozimetri sağlanmıştır ve belli periyotlarda dozimetrimin ölçümleri yapılmaktadır. Radyasyona maruz kalan veya öngürülen sınırın üzerinde doz alan personel için gerekli değerlendirmeler yapılmaktadır.
- Radyasyon alanında çalışan personel için işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, kurşun paravan vb.) sağlanmaktadır.
- Personelin yıllık tıbbi muayeneleri, hematolojik ve göz kontrolleri yapılmaktadır.
- Yasal izinleri, hamilelik hususları da göz önünde bulundurularak kullanıldırılmaktadır.
- Hamile personelin çalışma koşulları radyasyon güvenliğine uygun yeniden düzenlenmektedir.

8.1.5. Personel Eğitimi

Öncelikle Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hastaneleri radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane personelinin aşağıdaki plana göre eğitimi planlanır

- a. İşe başlamadan önce
- b. Düzenli olarak her yıl
- c. Koşullarda, mevzuatta veya lisan koşullarında değişiklik olduğunda "Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanelerinin Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği El Kitabı" Hastane Başhekimliğince, Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanelerinin tüm birimlerinde personelin kolayca ulaşacağı yerlere dağıtılarak, okunması sağlanacaktır.

8.1.6. Radyoloji Departmanında TAEK tarafından uyulması istenen kurallar

8.1.6.1. Çalışanların radyasyon güvenliği

- a. Radyasyondan korunmaya ilişkin uygulama ve önlemler üç temel ilkeye göre düzenlenir:
 - Radyasyon Uygulamasının Gerekçelendirilmesi: Işınlanmanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmez.
 - Radyasyon Uygulamasının Optimizasyonu: Radyasyon ışınlaması gerektiren uygulamalarda olası tüm ışınlamalar için mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır.
 - Doz Sınırları: Halk ve radyasyonla çalışanlar için ilgili yönetmeliklerde verilen doz sınırları aşılamaz. Tanı ve tedavi amaçlı radyasyon ışınlamasına maruz kalanlara ve doğal radyasyon seviyelerine doz sınırlamaları uygulanmaz.
- b. Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin optimizasyonunun sağlanması için kişisel dozlar, ilgili yönetmeliklerde verilen yıllık doz sınırları altında kalmak koşuluyla sınırlandırılır.
- c. Denetimli ve gözetimli alanlarda yürütülen faaliyetlerde ilgili yönetmeliklerde belirtilen kurallara uyulur:
 - 18 yaşından küçükler bu alanlarda çalıştırılmaz. 16-18 yaş arası stajyer ve öğrenciler ancak gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
 - Hamileliği belirlenmiş olan çalışanlar ancak ilgili yönetmeliklerde belirtilen koşullarda ve gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
 - Emzirme döneminde bulunan çalışanlar radyoaktif madde veya ortamda bulunan serbest radikallerin solunum veya sindirim sistemine geçebileceği alanlarda çalıştırılmaz.

- Geçici görevlilere radyasyondan korunma yöntemleri hakkında yeterli eğitim verilir.
- d. Yıllık doz sınırları, sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara (ICRP-60 1990) uygun olarak TAEK tarafından, radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez.
- Radyasyon görevlileri için etkin doz herhangi bir yılda 50 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 20 mSv'i geçemez. El ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 500 mSv, göz merceği için 150 mSv'dir.
 - Toplum üyesi kişiler için etkin doz herhangi bir yılda 5 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 1 mSv'i geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 50 mSv, göz merceği için 15 mSv'dir.
 - 18 yaşından küçükler radyasyon güvenliği tüzüğü'nün 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması içinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15inci maddesinin (b) bendinde belirtilen alanlarda, eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, herhangi bir yılda 6 mSv'i geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 50 mSv'dir.
- e. Çocuk doğurma çağındaki radyasyon görevlilerinin maruz kaldıkları radyasyon dozunun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması için gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Hamileliği belirlenmiş olan radyasyon görevlileri ancak gözetimli alanlarda çalıştırılır. Fetusu korumak amacıyla, hamile radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı 1 mSv'dir.
- f. Görevi gereği ışınlamalar için ikincil sınırlar;
- g. Görevi gereği ışınlamalar için doz sınırları ile uygunluğu sağlamak üzere, eşdeğer doz indisleri ve yıllık vücuda alınma sınırları değerleri (ALI = Annual Limit on Intake) kullanılır.
- h. Yetişkinlerden oluşan kritik grup üyesi kişiler için, uygun "ALI" değerlerinin 1/10'u ve iç ışınlama durumunda bebek ve çocuklardan oluşan kritik grup üyesi kişiler için ise uygun "ALI" değerlerinin 1/100'ü kullanılır.
- i. Radyasyon alanlarının sınıflandırılması, yönetmeliklerle belirlenen kurallara uygun olarak yapılır. Yıllık iyonlaştırıcı radyasyon etkilenimi 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar, radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre denetimli ve gözetimli alanlar olarak sınıflandırılır:

- j. Radyasyon alanlarının izlenmesinde uygun radyasyon ölçüm cihazları ve dozimetreler kullanılır. Radyasyon alanlarının radyasyon/radyoaktivite düzeyi ölçümleri TAEK tarafından belirtilen sıklık ve yöntemlere uygun olarak yapılır. Bu ölçümlerde kullanılan cihazların kalibrasyonları TAEK tarafından uygun görülen aralıklarla, Kurumun İkincil Standart Dozimetre Laboratuvarı'nda yapılır.
- k. 16-18 yaşları arasındaki öğrenci ve stajyerlere sadece gözetimli alanlarda eğitim izni verilebilir.
- l. Ziyaretçiler denetimli alanlara kesinlikle giremezler. Gözetimli alanlara ise radyasyon korunması sorumlusunun izni olmadan giremezler. İzin verilen ziyaretçilerin giriş ve çıkış saatlerinin kayıtlarının tutulması radyasyon korunması sorumlusu tarafından sağlanır.
- m. Görev gereği ışınlanmalarda yönetmeliklerde belirtilen yıllık doz sınırlarına uyulması zorunludur. Tanı, tedavi eğitim ve araştırma amaçlı ışınlanmalarda, mesleki ve toplumsal sağlık taramalarındaki ışınlanmalarda kişilerin alacağı radyasyon dozu, TAEK tarafından öngörülen rehber düzeylerine uygun olmalıdır.
- n. Görevleri gereği iyonlaştırıcı radyasyondan etkilenen kişilerin çalışma koşulları çalışma koşulu A ve B olarak sınıflandırılır.
- o. Yıllık izin verilen doz düzeyinin 3/10'unu aşma olasılığı bulunan Çalışma Koşulu A durumunda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur. Belirlenen dönemlerde değerlendirmek üzere bu dozimetreler TAEK'e veya yetkilendirdiği kuruluşlara gönderilir.
- p. Yapılan işin niteliğine uygun koruyucu giysi ve teçhizat kullanılır.
- q. Radyasyon görevlilerinden, radyasyon güvenliği yönetmeliğinin 15inci maddesinde belirtilen alanlarda işe başlamadan önce buyönetmeliğin 51'inci maddesinin (d) bendinde belirtilen sağlık raporu istenir, ayrıca hematolojik, dermatolojik ve hekim tarafından gerekli görülmesi halinde radyolojik tetkikleri yapılır. Denetimli alanlarda görev yapanların hematolojik tetkikleri yılda en az bir kez yapılır, gerekli görüldüğü hallerde ise bu süre kısaltılır ve raporları saklanır.

8.1.6.2. Hastanın Radyasyon Güvenliği

- a. Tanı ve tedavi amacıyla radyasyon uygulamalarının amacına ulaşması öncelikli olmak üzere hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere aşağıdaki kurallara uyulur.
 - Hekimin yazılı kararı ve istek belgesi olmadan hiçbir ışınlama yapılamaz.
 - Hastanın alacağı veya alması gereken doz miktarının tayini ve tıbbi ışınlama süresince hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere gerekli tüm bilgiler hekim tarafından yazılı olarak önceden belirlenir ve uygulanır.

- Görevli tüm personel, tanı ve tedavinin gerektirdiği radyasyon güvenliği konularında eğitimi olmalıdır.
 - Kalibrasyon, dozimetri ve cihazların kalite kontrolü bu konuda yetkilendirilmiş kişi ve kuruluşların denetimi altında yapılır.
- b. Radyolojik incelemelere aşağıdaki koşullarda izin verilir.
- Alternatif tekniklerle karşılaştırıldığında, radyasyonla yapılacak tanı ve tedavinin yararları radyasyonun hasarlarına göre daha ağırlık kazandığı durumlarda tıbbi ışınlamalar uygulanır.
 - Mesleki, yasal veya sağlık sigortası amaçlı tıbbi ışınlanmalar, sağlıkla ilgili belirgin bir beklenti olmadıkça ve uygulama tipi hakkında profesyonel kişi veya kuruluşların görüşleri alınmadan yapılamaz.
 - Toplumun sağlık taramalarında radyolojik yöntemler ekonomik ve sosyal bedelin sağlık riskini karşılaması halinde ve kişiler için net bir yarar sağlayacak ise uygulanır.
 - Sağlık kuruluşlarının Etik Komite önerileri ve yazılı onayları ile araştırma yapılacak kişinin yazılı onayı alınmadan araştırma amacıyla tıbbi ışınlanmalarına izin verilemez.
- c. Kişiye net bir yarar sağlamayan, alacakları doz ve risk hakkında kişilerin bilgilendirildiği, kişilerin ve Etik Komite'nin yazılı onayı alınmış araştırma amaçlı gönüllü ışınlanmalarda, toplum bireyleri için bir yıllık izin verilen en yüksek doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda, Sağlık Bakanlığı ilgili birimi ve TAEK tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.
- d. Gerek görülen hallerde tıbbi tanı ve tedavi altındaki hastalara gönüllü ve bilinçli olmak koşuluyla yardım etmek isteyen veya hasta ziyareti için gelen kişilerin alacakları etkin doz, tanı ve tedavi süresince 5 mSv değerini aşamaz.

8.1.6.3. Cihazların Radyasyon Güvenliği

- a. Radyolojik görüntülemelerde kullanılacak cihazların buldukları ortam ve ortamın güvenliği TAEK in belirlediği yönetmeliklere uygun şekilde hazırlanır.
- b. Radyolojik görüntülemelerin yapıldığı tesislerde kullanılan cihazlarda uygulanacak kalite temini programları aşağıdaki kuralları içermelidir.
- Cihazların kalite kontrollerini içeren kalite denetimleri, TAEK ve/veya TAEK'in yetkilendirdiği kuruluşlar tarafından yapılır. Kurum yetkilendirdiği kuruluşları denetler ve gerektiğinde yetkilerini iptal eder,

- Yetkili kuruluşlar radyasyon kaynaklarının, tanı ve tedaviye etki eden fiziksel parametreleri ilk kurulduklarında ve daha sonra düzenli aralıklarla ölçer,
- Ölçülen parametrelerin ulusal veya uluslararası mevzuata uygunluğu doğrulanmalıdır,
- Radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyonları ile dozimetrik verilerin uygunluğu doğrulanmalıdır.
- Kalite temini program sonuçları kaydedilmeli ve sonuçlardan TAEK bilgilendirilmelidir.

Radyasyondan Korunmada Cihaz Kullanılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

a. Radyografi Cihazları:

- Radyografi tekrarlarından kaçınmak gerekir.
- Bazı tekrar nedenleri; Yetersiz pozisyonlandırma, uygun olmayan ekspozur faktörleri (aşırı ya da düşük doz), hasta hareketi, yetersiz kolimasyon, kaset ve ranforsatör hataları, banyo hataları, grid hataları, aynı kasete birden fazla ekspozur yapılması, yanlış bölgeye radyografi yapılması.
- **Radyografik teknik:** Düşük kVp ile çalışmak hasta dozunu azaltır. Örnek: 64 kVp, 40mAs kullanılan bir incelemede deri dozu 200 mrad'dır. Bunun yerine 74 kVp ve 40 mAs ile dansite değeri aynı olan filmde hasta dozu 267 mrad'dır.
- **Kolimasyon:** Kolimatör, sadece ilgilenilen alanı içine alacak kadar açılmalıdır. Işın alanı ile film uyumuna dikkat edilmeli ve bu amaçla film boyutuna uygun kolimasyon sağlayan otomatik kolimatörler kullanılmalıdır. Kolimasyon, hastanın aldığı dozu azaltmasının yanı sıra saçılmanın azalmasına bağlı görüntü kalitesini de artırır.
- **Filtrasyon:** X-ışını tüpünden çıkan tanı değeri olmayan düşük enerjili ışınların vücuda ulaşmadan filtre edilmesi gerekir. Bu amaçla röntgen cihazındaki kaçınılmaz ve eklemeli filtrasyonun toplam miktarı 2,5 mm Al eşdeğeri olmalıdır.
- **Fokus-obje mesafesi:** Portabl incelemelerde 30 cm'den, fluoroskopide 45 cm'den, radyografide ise 100 cm'den az olmamalıdır.

- **Trifaze jeneratörlerin kullanılması:** Alınan radyasyon dozunun azaltılması
 - **Koruyucu bariyerler:** Radyografi cihazlarının primer ve sekonder koruyucu bariyerleri vardır ve teknisyenin aldığı doz bu şekilde en aza indirilmiştir.
 - **Röntgen masaları:** Röntgen masalarının iyi ışın geçiren maddelerden yapılmış olması gerekir. Bu amaçla en sık “karbon fiber” kullanılır. Absorbsiyon özelliği az olan karbon fiber, oldukça dayanıklı bir maddedir.
 - **Grid türü:** Çok yüksek oranlı gridlerin kullanılması hasta dozunu artırır.
 - **Görüntü alıcı (ranforsatör ve dedektörler):** Ranforsatörler hastanın aldığı dozu büyük oranda azaltırlar (%95). Yüksek hızlı ranforsatörlerin kullanılması, alınan dozu daha da azaltmaktadır. Bu nedenle nadir toprak ranforsatörler ve diğer hızlı ranforsatörlerin öncelikle seçilmesi gerekir.
- b. Portabl röntgen cihazlar:** Bu cihazlarda koruyucu bariyerler olmaması nedeniyle, birlikte koruyucu kurşun önlük bulundurulmalıdır. Bu cihazların ekspozur düğmeleri x-ışını tüpünden 180 cm’ye kadar uzaklaştırılabilir.
- c. Fluroskepi ve Anjiografi Cihazları**
- Bu cihazlar, radyografiden beklenen verileri elde etmek amacıyla kullanılmamalıdır.
 - Görüntü kuvvetlendirici tüpü, hastanın aldığı dozu azaltmasının yanısıra primer koruyucu bariyer gibi rol yapar.
 - Görüntü tüpünün operatörün bulunduğu tarafta olması ve hastaya temas edecek kadar yakın olması gerekir.
 - Bu cihazlarda kullanılan floroskepi düğmesinin basınca radyasyon veren, bırakınca radyasyonu kesen tipte olması daha avantajlı olmaktadır.
 - Bu cihazlarda hastadan gelen radyasyonu azaltmak için koruyucu perdeler, koruyucu kurşunlu camlar kullanılabilir.
 - Yine bu cihazlarda bulunan zaman uyarıcıları, toplam skopi süresini belirler ve beş dakikalık toplam skopi süresinde sesli sinyal verir.
 - Floroskepi cihazları, masa üzerindeki x-ışını intensitesi 10 R/dk’yı geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır.
 - C kollu fluoroskepi ve anjiografi sistemlerinde x-ışını tüpü masa üstünde ise çalışanın aldığı doz daha fazladır.

- Bu nedenle bu cihazlarla çalışırken x-ışını tüpü masa altında ya da çalışanın öbür tarafında olmalıdır.
- Hasta yakınında personelin durması gereken masa kenarlarında doz değerlerinin en yüksek olduğu unutulmamalıdır.
- Radyolojik tetkik esnasında personelin hastanın yanında bulunması gerekiyorsa, vücutlarını, troid ve gözlerini korumaları gerekir. Ters kare yasaının sonucu olarak, hastadan 3 m. uzaklık civarında saçılma düzeyleri hızla düşer ve kurşun önlük giymek gerekmez.
- Radyoloji personeli asla hastaları tutmamalıdır. Mümkün olduğunca mekanik tutma aygıtları kullanılmalı ya da hastanın yakını veya arkadaşından yardımcı olması istenmelidir. Bu yardımı yapacak kişiye de uygun koruma sağlanmalıdır.

d. Mamografi

- Mamografide radyasyonun oluşturduğu risk nedeniyle tarama amacıyla 35-40 yaşın üzerinde kullanılması ve taramada her bir meme için tek projeksiyonda inceleme yapılması önerilmektedir.
- Mamografi cihazlarında ranforsatörlerin kullanılması, hastanın aldığı dozu oldukça azaltmıştır.
- Görüntü kalitesi yüksek olan xeromammografi tetkikinde hasta daha fazla doz alır.
- Ranforsatör kullanılarak yapılan tetkikte her bir projeksiyon için meme dozu 40 mRad iken, xeromammografide meme dozu 370 mRad olmaktadır.

e. Bilgisayarlı Tomografi

- BT de kolime edilmiş x-ışını demeti kullanıldığı için saçılan radyasyon floroskopiyeye göre daha azdır.
- BT’de hasta dozu, ardışık kesitlerin aldığı dozun toplamı şeklindedir.
- Fakat saçılan radyasyon ve yetersiz kolimasyona bağlı olarak verilen radyasyon, ilgili kesit alanının dışına kısmen taşma göstermektedir.
- Bunun sonucu olarak taranan bölgenin almış olduğu total radyasyon miktarı, bir kesitte alınmış olan dozun üzerinde olmaktadır.
- Bir BT kesitinin radyasyon dozu, kesit alanı içindeki tüm dokulara yaklaşık olarak eşit oranda dağılır.
- Bu doz 1-10 rad arasında değişir.
- Bir BT kesitinde en yüksek dozu deri alır.

- Deri dozu vücudun merkezine oranla yaklaşık %20 daha fazladır.
- Ardışık kesitler alınan bir çalışmada, her kesitin aldığı radyasyon dozu, tek bir kesitte alınan doza göre % 40 daha fazladır.

8.1.7. Kaza veya Tehlike Durumunda Yapılması Gerekenler

- a. Radyasyon ile tanı amaçlı uygulamalarda dozun rehber düzeyin belirgin şekilde üzerine çıkması veya cihaz arızası, kaza, hata gibi nedenlerle hastanın beklenenden fazla doz alması durumunda;
 - Hasta dozu belirlenir,
 - Durum hakkında TAEK bilgilendirilir,
 - Durum hastaya, radyasyon korunması sorumlusuna ve ilgili doktoruna bildirilir,
 - Önlemler ve hastanın durumuna göre yapılması gerekenler belirlenerek, uygulanması sağlanır.
 - Tekrarlanmaması için önlemler alınır.
- b. Tehlike durumu veya kaza durumlarında Radyasyon Güvenliği Komitesinin hazırladığı “Tehlike Durumu Planı” uygulamaya konulur.
- c. Tehlike durumu veya kaza halinde alınması gerekli önlemler derhal yerine getirilir ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK’e bildirilir.
- d. Tehlike durumu veya kaza sona erdikten sonra, kazanın oluş şekli radyasyon görevlilerinin ve diğer kişilerin maruz kaldıkları radyasyon dozları ve radyoaktif maddelerin vücuda alınış şekli ve nedeni araştırılarak, radyasyon görevlilerinin film ve/veya TLD dozimetre ve gerekirse kromozom aberasyonu test sonuçları ile birlikte, sonuç bir raporla en kısa zamanda TAEK’e bildirilir.
- e. Radyasyon kazasından sonra, yönetmelikte belirtilen sınırlar üzerinde radyasyona maruz kalan radyasyon görevlilerinin, eski görevlerine devam etmesinde bir sakınca bulunmadığının, resmi sağlık kuruluşu tarafından bir raporla belirlenmesi halinde, bu kişiler eski görevlerine devam edebilirler. Raporla eski görevine devamı sakıncalı görülen radyasyon görevlileri, sosyal ve ekonomik durumları, yaşları ve özel becerileri göz önüne alınarak radyasyona maruz kalmasını gerektirmeyecek başka bir görevde çalıştırılır.
- f. Tehlike durumu ve kaza söz konusu olmamakla birlikte, doz sınırlarının aşılmasından şüphe edilmesi halinde konuya ilişkin araştırma ve sonuçlar bir raporla TAEK’e yazılı olarak bildirilir.
- g. Radyasyon kaynaklarının kaybı, çalınması veya hasar görmesi halinde, ivedilikle gerekli önlemler alınır ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK’e bildirilir.

8.1.8. Kayıtlar

23999 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğince belirlenen kayıt tutma ve saklama yükümlülükleri aşağıda sunulmuştur.

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 69; Bu yönetmelik kapsamına giren gerçek kişiler, resmi, özel kurum veya kuruluşlar aşağıda belirtilen esaslara uygun olarak kayıt tutmakla yükümlüdürler. Bu kayıtlar 30 yıl süre ile saklanır.

8.1.8.1. Personele ilişkin kayıtlar

- Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve içeriği ile lisans belgesi üzerinde ismi belirtilen kişiler,
- Radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri,
- Radyasyon görevlilerinin kişisel dozimetri raporları,
- Radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu Yönetmeliğin 23. maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları,
- Radyasyon görevlilerinin bu Yönetmeliğin 23. maddesine göre yaptırılan periyodik tıbbi muayeneleri ile urum tarafından gerekli görülen durumlarda yaptırılan tıbbi muayenelerin sonuçları ve varsa diğer tıbbi ışınlanma sonuçları.

8.1.8.2. Radyasyon kaynaklarına ilişkin kayıtlar

- Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve kullanım amaçları ile lisans belgesi üzerinde belirtilen radyasyon kaynaklarının cinsi ve radyoaktiviteleri;
- Radyasyon kaynağının yurda girişi, satın alınması, kurulması ve kalibrasyonuna ilişkin tarih ve işlemler ile konu ile ilgili kişilerin isimleri,
- Radyasyon kaynağının bakımı, onarımı, sızıntı testi, tüp ve kaynak değişimi gibi işlemlerinin tarihleri, yapılan işlerin içeriği ve konu ile ilgili kişilerin isimleri.

8.1.8.3. Kazaya ilişkin kayıtlar

- Kazanın yeri ve tarihi,
- Kazanın oluş şekli,
- Kazaya neden olan radyasyon kaynağının cinsi ve radyoaktivitesi,
- Vücuda alınan radyoaktif maddeler ve alınış nedenleri,
- Maruz kalınan süre ve radyasyon dozları,
- Kazaya maruz kalan kişilerin tıbbi muayene sonuçları ve yapılan tıbbi uygulamalar,
- Kazaya ilişkin rapor.

8.2. NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI RADYASYONDAN KORUNMA PROGRAMI

8.2.1. Amaç

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Sintigrafik/SPECT görüntülemeler, PET/BT görüntülemeler ve yüksek doz radyonüklid tedavi ünitesiyle 1995 yılından bu yana Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile uluslararası kurallara uygun olarak hizmet vermektedir.

8.2.2. Cihazlar

Nükleer Tıp kliniğine Mo99-Tc99m jeneratörü haftalık olarak gelmektedir. Bölümümüzde aktif olarak kullanılan Ge68/Ga68 jeneratörü bulunmaktadır. Ayrıca I-131, Lu-177, F-18 FDG gibi radyofarmasötikler hasta yoğunluğuna göre temin edilmektedir. Anabilim Dalında biri kardiyak olmak üzere 2 adet SPECT gama kamera sistemi, treadmill kardiyolojik stres test sistemi, 1 adet PET/BT cihazı, 1 adet kuyu tipi gama sayacı, biri PET/BT ünitesinde olmak üzere 2 adet sıcak oda, 1 adet gama probe ve 1 adet tekne gaz cihazı ile ayrı atık tankına sahip TAEK lisanslı 1 adet yatarak radyonüklid tedavi odası ve 1 adet ayaktan radyonüklid tedavi odası ile hizmet vermektedir.

8.2.3. Çalışanlar

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda radyasyondan korunma programı çerçevesinde, radyasyondan korunma sorumluları, olası tehlike durumu ve olağandışı durumlarda sorumlu olacak kişiler ile bu durumlarda görev alacak kişiler, bu kişilerin isimleri, eğitim durumları, ulaşılabilir telefon numaraları ile sorumlulukları ve yetkileri Tablo 8.2.1'de net bir şekilde açıklanmaktadır.

Tablo 8.2.1. Tehlike durumunda ve olağandışı durumlarda görev alacak personel. (RGG: radyasyon güvenliği görevlisi)

| Adı-Soyadı | Görevi | Eğitimi | Telefon no |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Prof. Dr Zekiye HADBEK | Radyasyondan Korunma Sorumlusu | Nükleer Tıp Uzmanı | 0.346.258 02 51 |
| Hem. Fatma DEMİRBİLEK | Acil Durum Sorumlu Hemşiresi, RGG | Lisans (Sorumlu Hemşire) | 0.346.258 02 59 |
| Tekn. Nafis ERDAL | Acil Durum Sorumlu Hemşiresi, RGG | Lisans (Sorumlu Teknikeri) | 0.346.258 02 59 |
| Tekn. Alev VARLI | Acil Durum Sorumlu Hemşiresi, RGG | Lisans (Radyoloji Teknikeri) | 0.346.258 02 59 |
| Tekn. Cemil ÖZDEMİR | Acil Durum Sorumlu Hemşiresi, RGG | Lisans (Radyoloji Teknikeri) | 0.346.258 02 59 |

8.2.4. İş yerinin izlenmesi, alanların sınıflandırılması ve kişisel izleme

Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda denetimli ve gözetimli alanlar belirlenmiş, bu alanlarda hastalar ve çalışanların en az radyasyona maruz kalması için gerekli anlaşılabilir ve kolaylıkla okunabilir yazılı ve görsel simgeler kullanılarak ikaz işaretleri yerleştirilmiştir.

Çalışma alanları "bölüm krokisi" çizilerek belirlenmiş ve bölüm içerisinde radyasyon ölçümlerinin yapılacağı yerler ekte verilmiş olan bölüm planı/krokisi üzerinde işaretlenmiştir.

Bölüm içerisinde çalışan personelin kişisel dozimetre kullanacak olanlar belirlenmiş ve TAEK'e bildirilerek bu kişilere dozimetre temin edilmiştir.

Görevi gereği radyasyona maruz kalan kişilerin çalışma koşulları aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

Çalışma Koşulu A: Yılda 6 mSv'den daha fazla etkin doza veya göz merceği, cilt, el ve ayaklar için yıllık eş değer doz sınırının 3/10'undan daha fazla doza maruz kalma olasılığı bulunan çalışma koşuludur.

Çalışma Koşulu B: Çalışma koşulu A'da verilen değerleri aşmayacak şekilde radyasyon dozuna maruz kalma olasılığı bulunan çalışma koşuludur. Yıllık dozun, izin verilen düzeyin 3/10'unu aşma olasılığı bulunan Çalışma Koşulu A durumunda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur.

Kurum tarafından belirlenen dönemlerde değerlendirmek üzere bu dozimetreler TAEK'e gönderilir. Bu değerlendirmeler radyasyon güvenliği uzmanları tarafından değerlendirilir ve sonuçları ilgililere bildirilir.

Nükleer Tıp Anabilim Dalından çalışan tüm personelin dozimetre takibi yapılmaktadır. Termoluminesans ve yüzük dozimetre kullanan tüm personelin isim ve gerekli tüm kayıtları Acil Durum Sorumlu Teknikeri tarafından TAEK'e bildirilmiş ve düzenli olarak her ay yapılan kişisel ölçüm sonuçları dosyalararak kayıt altına alınmaktadır.

Personele ait kayıtlarda; radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri, kişisel dozimetre raporları, radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu yönetmeliğin 23. maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları, ayrıca periyodik tıbbi muayeneleri ile kurum tarafından gerekli görülen durumlarda yaptırılan tıbbi muayenelerin sonuçları ve varsa diğer tıbbi ışınlanma sonuçları yer almaktadır.

Referans düzeyinin aşılması durumunda, personel radyasyon iznine çıkartılarak bölümden uzaklaştırılır. Radyasyon iznini kullanmış ise geri plana çekilerek pasif görev alır.

Kaza durumunda, radyasyona maruz kalan personelin bulaşmış giysileri hemen çıkartılarak uygun kapların içine konular ve radyoaktif atık işlemi uygulanır. Bulaşmış cilt yumuşak bir sabun ve bol su ile yıkanır. Daha sonra Geiger Müller sayacı ile vücut ölçümü yapılır. Ortam sayımının üzerinde olmayan değerler alıncaya kadar yıkama ve ölçme işlemleri tekrarlanır.

8.2.5. Yerel kurallar ve iç denetim

Çalışanların uyması gereken kurallar, görevi gereği ışınlamalardan kaynaklanabilecek sağlık riskleri ve acil durumlara ilgili talimatlara ilişkin bilgiler, yapılması gerekenler ve koruyucu önlemler hakkında personel düzenli olarak bilgilendirilmektedir. Bu konularda, tehlike durumu ve olağandışı durumlarda görev alacak kişilerin belirlenmesi ve bilgilendirilmesi, görevleri ve tüm personelin uyması gereken kurallar çerçevesinde çalışanlar TAEK tarafından belirlenen radyasyon güvenliği hususlarını dikkate almakla yükümlüdür.

8.2.5.1. Nükleer Tıp Laboratuvarında Çalışırken, TAEK Tarafından Uyulması İstenilen Kurallar

- a. Laboratuvarla ilgili kayıtlar tutulmalıdır. Bu kayıtlar ve işlemler Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesi Nükleer Tıp Bölümü'nde, Nükleer Tıp teknikerleri ve radyasyondan korunma sorumlu hemşireleri tarafından yapılmaktadır. Bu kayıtlar aşağıdaki hususları içermelidir.
 - Tesise giren radyoaktif maddelerin kayıtları
 - Radyoaktif madde verilen hastaların kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
 - Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları
 - Radyoaktif atık kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
 - Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon kalite kontrol kayıtları
 - Doz kalibratörü ve radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyon kayıtları
 - Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları
 - Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları
- b. Görevli olmayan personelin laboratuvara giriş-çıkışları önlenmelidir.
- c. Radyoaktif maddeler ile çalışmaya başlamadan önce masa üzerine plastik örtü ile kaplamalı, üzerine emici kağıtlar yerleştirip bunların üzerinde çalışılmalıdır.
- d. İşlemler kenarlı küvetler içinde emici kağıtlar üzerinde yapılmalıdır.

- e. Laboratuvarında çalışırken laboratuvar önlüğü, lastik/plastik eldiven gibi koruyucu giysiler giyilmelidir. İş bitiminde kullanılan eldivenler dikkatli şekilde çıkartılarak radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
- f. Eldiven kullanıldığında, kontaminasyonu önlemek amacıyla iç kısımlar dışta kalacak şekilde çıkartılmalıdır.
- g. Laboratuvarında temizlik için kağıt havlu ve mendil kullanılmalı, kullanımdan sonra derhal radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
- h. Laboratuvarında kullanılan giysilerin laboratuvar dışına çıkarılması önlenmeli, koruyucu giysiler çıkarılıp, eller ayaklar mönitörize edildikten sonra laboratuvar dışına çıkılmalıdır.
- i. Laboratuvar içinde yiyecek, içecek ve kişisel eşyaların bulundurulmamasına özen gösterilmelidir.
- j. Ellerde yara varsa bandajlı bile olsa laboratuvarında çalışılmamalıdır.
- k. Elektrik düğmeleri, musluklar, kapı kolları, telefon ahizelerinin kontamine olmamalarına dikkat edilmelidir.
- l. Çalışırken vücutta kesik ve çiziklere neden olabilecek keskin uçlu malzeme kullanmaktan kaçınılmalıdır (kırık ve çatlak cam eşyalar gibi).
- m. Laboratuvarında kullanılan şişelerin muhafaza kaplarının kapaklarının kolay açılabilir olmasına dikkat edilmeli ve uygun etiketleme işlemi yapılmalıdır.
- n. Laboratuvar radyasyon monitörü ile sürekli taranarak radyasyon korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışma saatlerinde radyasyon monitörü ile sürekli taranarak radyasyon korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışma saatlerinde radyasyon monitörü sıcak odada ve devamlı çalışır durumda bulundurulmalı ve alarm seviyesi ayarlanabilir sesli uyarı sistemi ile bir laboratuvar monitörü sağlanmalıdır. Kontaminasyon saptanması halinde dekontaminasyonu gidilmelidir.
- o. Radyofarmasötik uygulama, seyreltme ve diğer çalışmalar çeker ocak içerisinde ve kurşun eşdeğeri camdan yapılmış paravan arkasında yapılmalıdır.

Çalışanlar, yılda en az 1 (bir) defa olmak üzere radyasyon güvenliği, hizmet politikası konulu seminer düzenlenerek bilgilendirilir.

Cihaz, ekipman ve radyoaktif madde alımı, anabilim dalının ihtiyacı doğrultusunda önceden belirlenen miktar kadar, kamu ihale kanununa uygun olarak temini sağlanır.

8.2.5.2. Nükleer Tıp ve Hamilelik Önlemleri: Radyonüklid tedavi sonrası hamilelik düşünen kadınların vücudundaki rezidüel radyoaktivitenin 1 mGy'lik potansiyel fetal dozu geçmemesi önerilir. Gebe ve fetusun radyasyon maruziyetini önlemek için dikkat edilmesi gereken kurallar:

- a. Tüm tanı ve tedavi uygulamalarında hastanın hamilelik durumu sorgulanmalı, gerekli tetkikler yapılmalıdır.
- b. Gebe, gereksiz radyasyondan korunmalıdır.
- c. Radyasyon ile çalışan sağlık personeli anne ve fetüsün alacağı radyasyon dozunu en aza indirmek için gereken önlemleri bilmeli ve uygulamalıdır.
- d. Radyoaktif madde uygulaması zorunlu durumlarda gebeye ve gönderen hekime olası riskler anlatılmalı ve yarar-zarar ilişkisi değerlendirilmelidir.
- e. Gebeden ve/veya yakınlarından bilgilendirildikleri ve riskleri kabul ettiklerini içeren yazılı onam alınmalıdır.

8.2.5.3. Nükleer Tıp ve Emzirme Önlemleri: Nükleer tıp uygulamalarında kullanılan birçok radyonüklid anne sütünden salgılanır.

Bu nedenle inceleme sonrası emziren annelere bebeğini aşağıda belirtilen sürelerle emzirmeyi durdurması ya da tamamen kesmesi önerilir.

- I-131 (radyoiyot) tedavisi sonrası: **tamamen**
- I-123, Ga-67 ve TI-201 sonrası: **3 hafta**
- Aşağıda belirtilenler dışındaki tüm Tc-99m bileşkeleri sonrası **12 saat:**
- Tc-99m ile işaretli eritrosit, DTPA ve fosfatların (MDP, HDP, PYP gibi) sonrası **4 saat**

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation (www.icrp.org/ICRP_84_pREGNANCY_S.PPS)

Gebe veya emziren çalışanlar iyonize radyasyon kaynaklarının bulunduğu ve radyasyonla kirlenmiş olan yerlerde ve işlerde çalıştırılmaz. Bu gibi yerlere girmemesi, uyarı levhaları ile belirtilir. Gebe, yeni doğum yapmış ve emziren çalışanların iyonize olmayan radyasyon kaynaklarından etkilenmemesini önleyecek tedbirler alınır.

8.2.6. Radyoaktif maddelerin ve hastaların taşınması

Nükleer Tıp Bölümünde kullanılan radyoizotopların yarılanma ömürleri çok kısa olmasına rağmen Radyoaktif Atık Yönetmeliğine uygun olarak sıvı atıkların kanalizasyon sistemine, katı atıkların çevreye ve gaz atıkların atmosfere verilmesiyle ilişkili olan yönetmelik hükümleri bölümümüzde aynen uygulanmaktadır. Buna göre;

8.2.6.1. Katı atıklarla ilgili olarak: Katı atıklar tıbbi atık bertaraf tesislerine göndermeden önce aşağıdaki hususlar yerine getirilmektedir:

- a. Atık biriktirme kabları radyasyon uyarı işareti ile işaretlenmiş ve kullanılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyonun tipine ve enerjisine göre gerekiyorsa uygun malzeme ile zırhlanmıştır.
- b. Radyoaktif olmayan atıklar radyoaktif atık biriktirme kaplarına atılmamaktadır.
- c. Biriktirme kabına yerleştirilmiş olan plastik torba dolduğunda ağzı sıkı bir şekilde bağlanmakta ve üzerine bir etiket doldurularak yapıştırılmakta, sonrasında kurum tarafından uygun görülmüş uzun süreli radyoaktif atık bekletme deposuna nakledilmektedir.
- d. Radyoaktif atıklar içerisine tehlikeli kimyasal maddeler veya başka zehirleyici maddeler karıştırılmamaktadır. Ancak kaçınılmaz olarak meydana gelen karışımlara ilişkin bilgiler etiketler üzerinde belirtilmektedir.
- e. Katı radyoaktif atıklar radyoaktif atık bekletme depolarında aktivite değerleri Radyoaktif Atık Yönetmeliğinin 9.maddesinde verilen sınırların altına düşene kadar bekletilmektedir.
- f. Bu şekilde bekletilmiş katı atık torbaları, kırılmaya, delinmeye ve taşınmaya karşı dayanıklı 150 mikron kalınlığında kırmızı plastik torbalara konulmaktadır. Bu torbaların üzerinde görülebilecek büyüklükte ve her iki yüzünde "Uluslararası Klinik Atıklar" işareti bulundurulur ve bu atıklar evsel nitelikli atıklar ile aynı araca yüklenmez.
- g. Bu madde hükümlerine göre biriktirilmiş, bekletilmiş, torbalanmış ve gerekli radyasyon ölçümleri yapılmış katı atıklar "tıbbi atık" olarak değerlendirilmekte ve gönderici tarafından, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde bertaraf edilmektedir.

8.2.6.2. Sıvı atıklarla ilgili olarak: Sıvı atıkların kanalizasyon sistemine bırakılabilmesi için aşağıdaki hususlar yerine getirilmektedir.

- a. Radyoaktif Atık Yönetmeliğinin 8.maddesinde verilen sınırlar çerçevesinde sıvı atıklar, ünite içerisinde belirlenen ve altında (T) dirsek olmayan bir lavabodan kanalizasyon sistemine su ile seyreltilerek bırakılmaktadır. Bu lavabo üzerine Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nde belirtilen standart radyoaktif madde işareti bulunmaktadır. Bu lavaboda radyoaktif olmayan çalışmalar yürütülmemektedir.
- b. Belirtilen sınırların üzerinde radyoaktivite içeren sıvı atıklar, konumları ve kapasitelerine ait projeleri TAEK tarafından onaylanmış atık bekletme sistemlerinde bekletildikten sonra bu Radyoaktif Atık Yönetmeliğinin 8.maddesi hükümlerinde belirtilen sınırlar çerçevesinde kanalizasyon sistemine bırakılmaktadır.
- c. Kanalizasyon sistemine bırakılacak sıvılar içindeki bütün radyoizotoplar, su içerisinde çözülebilir ve dağılabilir özellikte olmasına özen gösterilmektedir. Sıvı atık kendi içinde

çözünmeyen katı parçacık veya tortu bulunduruyorsa, kanalizasyona bırakmadan önce filtre edilir. Filtre işleminde kullanılan malzeme katı atık olarak işleme tabi tutulur.

- d. Radyoizotop içeren asidik çözeltiler kanalizasyon sistemine bırakılmadan önce nötralize edilir.
- e. Kanalizasyon sistemine bırakılacak olan radyoaktivite içeren sıvı, zehirli maddeleri veya diğer kimyasal maddeleri bulunduruyorsa lisans sahibi tarafından kanalizasyon sistemine bırakılmadan önce Çevre Kanunu ve ilgili mevzuat çerçevesinde yetkili kuruluşlardan izin alınır.

8.2.6.3. Gaz halindeki atıklar ile ilgili olarak: Lisans sahibi, gaz atıkları atmosfere salıvermek için TAEK tarafından önceden onaylanmış olan proje çerçevesinde uygun bir sistem kurmakla yükümlüdür.

8.2.7. Toplum ışınlanmalarının kontrolü

Radyoaktif Madde verilmiş yatan hastalar günlük radyasyon ölçümleri yapılarak: radyasyon dozu TAEK mevzuatında belirlenen taburcu edilme limit değerlerinin altına düştükten sonra iç ışınlanmayı minimuma indirecek önerilerle taburcu edilir. Ölçüm sonuçları kaydedilir.

8.2.7.1. Iyot-131 (I-131) tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

I-131 ile tedavi gören hastalar radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları aşağıdaki gibidir:

I-131 uygulanarak ayaktan veya yatarak tedavi gören hastaların taburcu edilebilmeleri için belli önlemlerin alınması gerekir. I-131 tedavisi alan hastalar vücutlarında kalacak olan aktivite düzeyi TAEK mevzuatında belirlenen taburcu edilme limit değerlerinin altına düştükten sonra taburcu edilebilir. Hasta taburcu edilmeden önce hekim hastada kalan aktivite miktarının ve ayakta duran hastadan 1 metre mesafede ve karın hizasındaki doz hızının müsaade edilen seviyeleri aşmadığından emin olmalıdır. Ölçüm sonuçları kaydedilmelidir. Tedaviyi uygulayacak hekim hastayı tedaviye başlamadan önce, hasta ve hasta yakınlarına radyasyon korunması ile ilgili alınacak önlemleri açıklayan sözlü ve yazılı talimatlar verilmelidir. Hekim, hastanın hastaneden evine gidiş koşulları, evinde yaşayan yakınlarının sayısı ve yaşları, oda, banyo, tuvalet sayısı vs gibi evindeki kullanılabilir yaşam alanları, evde bulunan sıhhi tesisatların kalitesi, ana boruların kanalizasyona bağlantısı gibi hastanın yaşam koşulları ile ilgili ayrıntıları hasta ve yakınları ile görüşmeli, hastada kalan radyoaktivite miktarı, hastanın fiziksel, sosyoekonomik, durumu ve yaşam koşullarını göz önüne alarak her hasta için özel olarak talimatları belirlemeli ve hasta ve

hasta yakınlarına bu talimatlara uyulmasının önemini açıklamalıdır. Hekim; talimatların iyice anlaşıldığından emin olmalı ve talimatlara hastane dışında uyulacağına dair hasta veya yakınlarından güvence almalıdır. Bilgiler hastanın tıbbi kayıtlarına talimatların içeriği ile birlikte işlenmelidir. Kendine bakamayacak durumdaki hastalar, işbirliğine açık olmayan hastalar, idrarını tutamayan veya kusmaya eğilimli hastalar ve benzer gibi özel durumlarda talimatlar daha özenli hazırlanmalıdır. Hastanın yanlış bilgi vermesi durumunda hekim sorumlu değildir. Aktiviteden etkin doza ve etkin dozdan aktiviteye dönüşüm için aşağıdaki tablodan yararlanılır:

Tablo 8.2.2. I-131 Tedavisi gören hastaların vücutlarında kalan aktivite ile doz hızı bağlantısı

| Hastada 1 metre uzaklıkta | Kalan aktivite miktarı | Talimat için tavsiye edilen zaman dilimi |
|--|------------------------|--|
| Etkin doz hızı: 1 metreden $\mu\text{Sv h}^{-1}$ | | |
| < 40 | < 800 MBq | 3 hafta |
| < 30 | < 600 MBq | 2.5 hafta |
| < 20 | < 400 MBq | 2 hafta |
| < 10 | < 200 MBq | 1 hafta |
| < 5 | < 100 MBq | 3 gün |
| < 3 | < 60 MBq | 24 saat |

Tablo 8.2.3. I-131 tedavisi gören hastaların mesai arkadaşlarına vereceği radyasyon dozlarını 0.3 mSv değerinde tutabilmek için işe başlamadan önce geçirmeleri gereken süreler

| Saat/gün | 200 MBg | 400 MBg | 600 MBg | 800 MBg |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 metreden 8 saat | 4 | 10 | 13 | 15 |
| 1 metreden 4 saat | - | 4 | 8 | 10 |
| 2 metreden 8 saat | - | - | 3 | 4 |

8.2.7.2. İtiryum-90 (Y-90) tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

Malign karaciğer tümörlerinin tedavisinde 3-4 GBq aktiviteye kadar İtiryum-90 (Y-90) ile bağlanmış mikroküreler hastaya enjeksiyon yoluyla uygulanır. Artrit tedavilerinde ise yaklaşık 400 MBq civarında Y-90 kullanılır.

Yarılanma ömrü 2,7 gün olan Y-90'nın vücuttan atılımı yok denecek kadar azdır veya hiç olmaz. Ayrıca, saf beta yayıcı olduğundan hastanın çevresinde X-ışınlarından kaynaklanan dış radyasyon da çok düşük seviyededir. Bu nedenle tedavi sonrası, 4000 MBq aktiviteye kadar hastanede yatışı gerekmez ve tedavi sonrası hastaneden taburcu edilebilir. Acil

durumlar haricinde taburcu sonrası önlem alınması gerekmez. Ancak kanser tedavisi sonrasında 1 ay kadar hamilelikten sakınılması önerilir.

Tablo 8.2.4. I-131 Tedavisi gören hastaların yakınlarının dozlarının 1 mSv'in altında tutulabilmesi için gerekli kısıtlamalar.

| Hastaya verilmiş olan Aktivite (MBq) | | | | |
|--|--------|---------|---------|---------|
| Kısıtlama şekli | 30-200 | 200-400 | 400-600 | 600-800 |
| Kısıtlama süresi (gün) | | | | |
| I. Çok kısa süreler dışında, ev halkından en az 1 (bir) metre uzaklıkta durun | 5 | 9 | 12 | 14 |
| II. Ev halkıyla günde 15 dakikadan daha fazla süreyle yakın temasta (sarılmak, kuçaklaşmak gibi) bulunmayın | 15 | 21 | 25 | 27 |
| III. Ev halkı dışındaki yetişkin kişilere 1 (bir) metreden kısa mesafede günde 3 (üç) saatten fazla durmayın | - | - | - | 1 |

NOT: Zorunlu hallerde, 30-200 MBq aktivite bulunması durumunda, çocuklar ile 5 gün süresince çok kısa sürelerle, sonraki 10 için günde en fazla 15 dakikalık süreyle günde en fazla 15 dakika yakın temasta bulunabilir. III. sıra, hasta ile sadece bir kez karşılaşma olasılığı olan kişiler içindir.

Tablo 8.2.5. I-131 tedavisi gören hasta yakınları için kısıtlamalar.

| Aktivite (MBg) | Toplu taşıma ile seyahat (gün/saat) | İşe ara verme süresi (gün) | Eşinden ayrı yatma | | Çocuklarla yakın temasta bulunma | | |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------------|---------|----------|
| | | | Hamilelik varsa | Hamilelik yoksa | 2 yaş | 2-5 yaş | 5-11 yaş |
| 200 | 3.5 | 24 | 0 | 15 | 15 | 11 | 5 |
| 400 | 1.5 | 14 | 3 | 20 | 21 | 16 | 11 |
| 600 | 1 | 9 | 6 | 24 | 25 | 20 | 14 |
| 800 | 0.5 | 7 | 8 | 26 | 27 | 22 | 16 |

8.2.7.3. Stronsiyum-89 (Sr-89) tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

Kemik metastazlarında ağrı tedavisinde kullanılan Stronsiyum-89 (Sr-89); stronsiyum klorit formundadır. Kullanılan aktivite miktarı genelde 150 MBq civarındadır. Hastaya intravenöz enjeksiyon yoluyla uygulanır.

Bağlanmamış haldeki Sr-89, uygulamadan sonra 48 saat içinde idrar yoluyla atılır. Bu nedenle idrarla atılım sırasında oluşturabileceği kontaminasyon riskine dikkat edilmesi gerekir. Saf beta yayıcı olduğundan hasta çevresinde dış ışınlanma açısından özel bir korunma yöntemine ihtiyaç olmamakla birlikte tuvalet temizliğine dikkat edilmesi gerekir. Uzun yarılanma ömrü nedeniyle genellikle az miktarda kullanılan bu radyonüklit için taburcu edilme aktivite sınırı 300 MBq kadardır. Hastanede ayaktan yapılan tedavilerde hasta mesanesini en az bir veya iki defa boşaltmadan hastaneden bırakılmamalıdır. İdrarını tutamayan hastalar için özel düzenlemeler gerekebilir. Hastanın bulaşık ve çamaşırları için kontaminasyona karşı önlem alınması gerekir. Ayrıca Sr-89 tedavisi alan hastaların 2 yıl boyunca hamilelikten uzak durması önerilir.

8.2.7.4. Samaryum-153 (Sm-153) Tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

Kemik ağrılarının tedavisinde Samaryum EDTMP (etilen-diamin-tetrametil-fosfat) formunda kullanılır. Tipik olarak, kilogram başına 37 MBq olmak üzere toplamda 1 GBq civarında Sm-153 intravenöz enjeksiyon yoluyla uygulanır.

3700 MBq aktiviteli Sm-153-EDTMP hastaya verildikten 1-2 saat sonra hastadan 1 metre uzaklıktaki doz hızı ortalama olarak 20-30 $\mu\text{Sv/saat}$ civarındadır. Bağlanmamış haldeki Sm-153, uygulamadan sonra 48 saat içinde idrar yoluyla atılır. Bu nedenle idrarla atılım sırasında oluşturabileceği kontaminasyon riskine dikkat edilmesi gerekir. Hastanede ayaktan yapılan tedavilerde hasta mesanesini en az bir veya iki defa boşaltmadan hastaneden bırakılmamalıdır. İdrarını tutamayan hastalar için özel önlemler alınması gerekebilir. Ayrıca, Samaryum-153 hem beta ve hem de gama yayıcı olmakla birlikte gama ışınımından önemli bir risk oluşmaz ancak yine de iki gün boyunca hamileler ve çocukların hastaya 1 m'den fazla yaklaşmaması tavsiye edilir. Hasta, vücudunda bulunan Sm-153 aktivitesinin en fazla 4000 MBq olması şartıyla taburcu edilebilir.

8.2.7.5. Lutesyum-177 (Lu-177) Tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

Nöroendokrin sistem tümörlerinin radyopeptit tedavisinde başlıca Lutesyum-177 ve İtiryum-90 radyonüklitleri kullanılır. Üç doz halinde toplamda 28 GBq civarında Lu-177 (6-12 hafta aralıklarla 3 veya 5 kez 5,55–7,4 GBq olarak) ve 22,2-29,26 GBq (üç doz halinde 7,4 GBq) Y-90 kullanılır. Nöroendokrin sistem tümörlerinin tedavilerinde Lu-177

DOTTATE, prostat kanseri tedavisinde Lu-177 PSMA formlarında kullanılmaktadır. Y-90 ile Lu-177'nin kombine tedavileri de uygulanabilmektedir.

Lutesyumun böbreklerde yüksek tutulum göstermesi nedeniyle böbreklerin 20 Gy'e kadar doz alabileceği göz önünde bulundurulmalı ve bu konuda dikkatli olunmalıdır. Tedavi amaçlı kullanılan Lutesyum-177 (Lu-177)'nin yarılanma ömrü 6,7 gündür. β ve γ yayımlayarak bozunur.

Lu-177 tedavisi alan hastaların taburcu edilebilmesi için vücutlarında bulunabilecek aktivite miktarının 1400 MBq'e kadar inmesi gerekir. Hastanın 7400 MBq Lu-177 tedavi dozu almasından sonra en az 24 saat hastanede alıkonması gerekmektedir. Hasta ve hasta yakınları tarafından taburcu olduktan sonra da kontaminasyona karşı hastaya önerilerde bulunulmalıdır.

Lutesyum-177 tedavisi sonrasında hasta vücudunda kalan aktivite miktarının ve hastadan 1 metre uzaklıktaki doz hızının müsaade edilen seviyeleri aşmaması koşuluyla hekim; hasta ile hasta yakınları tarafından kontaminasyona karşı gerekli önlemlerin alınacağından ve talimatlara uyulacağından emin olursa hastayı taburcu edebilir. Taburcu işlemi için hastadan 1 m uzaklıkta ölçülen doz hızı 20 μ Sv/saat'in altına düşmelidir. Ancak hamile ve/veya küçük çocuyakını olan hastaların, hastadan 1 m uzaklıkta ölçülen doz hızı 10 μ Sv/saat'e düşünceye kadar 48 saate kadar hastanede bekletilmesi uygun olacaktır.

Bir kuruluşun bir defada kanalizasyon sistemine verebileceği atıklardaki toplam radyoaktivite miktarı ALImin değerinin 2,5 katından fazla olamaz ve 100 MBq değerini geçemez (Lu-177 için ALImin değeri 3×10^3 μ Ci'dir). Hastaya verilen aktivitenin ilk 24 saatte % 65-70'i (yaklaşık 5200 MBq Lu-177) idrar yoluyla atıldığından, kanalizasyona verilme limitlerinin geçilmemesi için hastaların vücutlarından çıkan sıvı radyoaktif atıklar tank sisteminde bekletilmelidir.

8.2.7.6. Holmiyum-166 (Ho-166) Tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

Holmiyum-166 (Ho-166) DOTMP, multiple-miyeloma tedavisinde kullanılır. Ho-166'nın yarılanma ömrü 26,8 gündür ve beta ile gama yayınlar. 12,2-77,7 GBq aktivite aralığında enjeksiyonla hastaya verilir. 24 saat içinde %75-80'i idrar yoluyla atılır. Bu nedenle bu süre içinde idrarla atılım sırasında oluşturabileceği kontaminasyon riskine dikkat edilmesi gerekir. Dış radyasyon açısından fazla risk oluşturmamakla birlikte yüksek enerjili beta yayımladığından radyonüklitin yarılanma ömrü dikkate alınarak hastadan atılan dışkı ve vücut

sıvılarından olabilecek yüksek kontaminasyon riski açısından değerlendirilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Hastanede ayaktan yapılan tedavilerde hasta mesanesini en az bir veya iki defa boşaltmadan hastaneden bırakılmamalıdır. İdrarını tutamayan hastalar için özel önlem alınması gerekebilir. Tuvalet temizliğine dikkat edilmesi, hastanın bulaşık ve çamaşırları için kontaminasyona karşı önlem alınması gerekir.

8.2.7.7. Radyum - 223 (Ra-223) Tedavisi alan hastaların radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre taburcu edilme koşulları

Radyum-223 yetişkin hastalarda prostat kanserinde ve semptomatik kemik metastazlarının tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır. Radyum-223'ün yarılanma ömrü 11,43 gündür ve alfa ve beta ışınları vardır. Hastaya 4 hafta arayla 6 defa enjeksiyon yolu ile 50-250 kBq/kg arasında aktivite verilir. 3,5 MBq Ra-223 verilen 70 kiloluk bir hastadan 1 m uzaklıkta doz hızı ortalama 0,17 µSv/saat olarak ölçülmüştür. Vücuttan az miktarda idrar yolu ile daha çok dışkı yolu ile 7 gün içinde %63-76 oranında atılır. Bu nedenle dış radyasyon dozu düşük olsa da bu süre içinde idrarla atılım sırasında oluşturabileceği kontaminasyon riskine beta yayınlayan radyonüklitlere göre daha fazla dikkat edilmesi gerekir. Her enjeksiyondan sonraki 1 hafta boyunca hastanın bol su içmesi, sık sık tuvalete gitmesi, özellikle tuvalet hijyenine çok dikkat etmesi, ishal olması veya idrarını tutamaması gibi durumlarda gerekirse ped kullanması, hamile ve çocuklardan uzak durması tavsiye edilir. Tedavi bitiminden itibaren 6 ay boyunca hamilelikten kaçınılmalıdır. Hekim hastanın taburcu edilebilmesine hasta ve hasta yakınının bilinç düzeyine, evindeki kişi sayısı, yaşları ve olanaklarına göre karar vermelidir.

8.2.8. Kalite temini

Prosedür yıllık olarak hazırlanmakta ve gerekli durumlarda güncellenmektedir.

8.2.9. Acil durum prosedürleri

8.2.9.1. Tehlike ve acil durumlar

- a. Yangın, deprem, patlama gibi acil durumlar
- b. Siparişi verilen radyoaktif maddenin zamanında merkeze ulaşmaması
- c. Kullanılan radyoaktif maddenin çalışma alanı dışında bulaşmaya sebep olacak şekilde dökülüp saçılması
- d. Kullanılan radyoaktif maddenin çalışanların vücuduna bulaşması
- e. Radyoaktif maddenin çalınması veya kaybolması
- f. Hastalara yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulanması

- g. Radyoiyot tedavisi görmüş hastalara acil müdahale gerekmesi veya ölmesi durumu tehlike durumu veya olağan dışı durumlar olarak değerlendirilmektedir.

8.2.9.2. Tehlike ve acil durumlarda izlenecek yöntemler

a. Yangın, deprem, patlama gibi acil durumlarda;

- Kurtarma işlemini yapacak olan teknik personele, radyasyondan korunma sorumlusu ve acil durum sorumlu hemşiresi tarafından radyoaktif maddelerin bulunduğu alanlar ve acil durumlarda radyasyonun sebep olabileceği tehlikeler hakkında bilgi verilecek ve uyulması gereken hususlar önceden belirtilecektir.
- Hastane yönetimi, radyasyondan korunma sorumlusu ve acil durum sorumlu hemşiresi tarafından derhal haberdar edilecektir.
- Radyoaktif maddeler görevli radyoloji teknikerleri tarafından koruyucu kapların içinde taşınarak güvenli bir ortamda muhafaza edilecektir.
- Ortamda radyasyon ölçümleri görevli radyoloji teknikerleri tarafından yapılacak olup, doğal düzeyin üzerinde radyasyon bulunması halinde teknik personel tarafından yapılacak olan kurtarma ve ilkyardım işlemleri hiçbir şekilde engellenmeyecektir.

b. Sipariş edilen radyoaktif maddenin gelmemesi halinde;

- Sipariş edilmiş olan radyoaktif madde belirtilen zamanda veya kabul edilebilir bir zaman geçmiş olmasına rağmen Nükleer Tıp Anabilim Dalı'na gelmemişse, acil durum sorumlu hemşiresi tarafından, önce radyasyondan korunma sorumlusu hekime haber verilecek ve hastanedeki tüm olasılıklar kontrol edilecektir.
- Firma, acil durum sorumlu hemşiresi tarafından aranarak siparişin gelmediği bildirilecek ve firmanın, siparişin durumu hakkında bölümü haberdar etmesi sağlanacaktır.
- Her şeye rağmen radyoaktif madde bulunamıyorsa radyasyondan korunma sorumlusu hekim ve acil durum sorumlu hemşiresi tarafından TAEK'e haber verilir.

- c. **Az miktarda radyoaktif madde dökülmesi halinde;** Nükleer Tıp Bölümünde genellikle tanısal amaçla Tc-99m ile işaretli radyofarmasötikler ve tanısal ve tedavi amacıyla İyot-131 kullanılmakta olup, bu radyoaktif maddelerin az miktarda dökülmesi halinde radyasyondan korunma sorumlusu hekime haber verilerek aşağıda belirtilen acil durumlar uygulanır: Acil Durum Sorumlu Hemşiresi ve Radyoloji Teknikerleri tarafından;

- Dökülen sıvının üzerine hemen emici bez veya kağıt konularak yayılması önlenecek, çevresi işaretlenerek ve üzerinden geçişler engellenecektir.
- Temizlik esnasında mutlaka eldiven giyilecek ve bulaşmış malzemelerin ve ıslak kağıtların içine konulabileceği, plastik bir torba bulundurulacaktır.
- Dökülen maddenin üzerine konulmuş olan bez veya kağıt alınarak, bir havlu ile, bulaşma alanı dıştan içe doğru olmak üzere kurulacaktır
- Alan iyice kurulandıktan sonra temizleme malzemeleri (dekontaminasyon ilaçları) ile ıslatılmış kağıt havlu ile silinecektir.
- Havlunun radyoaktivitesi uygun ölçüm cihazı kullanılarak kontrol edilecek ve ortam sayımının iki katını geçen sayımlar, bulaşma olduğunun göstergesi olarak kabul edilecektir. Bulaşma bulunuyorsa, kağıt havlularla temizlemeye devam edilecektir (Yumuşak bir temizleyici sıvı kullanılmalıdır. Aşındırıcı temizleyicilerden sakınılmalıdır. Temizlik sonunda silme testi tekrarlanır).
- Temizleme ve silme testi, silme işlemi yapılan havludaki radyasyon düzeyi, ortam sayımının iki katından daha küçük bir değere ulaşıncaya kadar devam ettirilecektir.

d. Fazla miktarda radyoaktif madde dökülmesi halinde;

- Radyoaktif madde dökülen odadaki herkes derhal kapıya gider, ayakkabılar ayaklar kullanılarak çıkarılır ve kapı dışına çıplak ayakla çıkılır. DAHA FAZLA İLERLENMEZ! Şayet dökülen maddeye değmişse eldivenler ve koruyucu giysiler çıkarılır ve bulaşma olasılığı olan diğer eşyalarla birarada bırakılır. Kapı kapatılır.
- Yardım çağırılır, şayet duyan olmazsa, ancak yalnız bir kişi radyasyon korunması görevlisini çağırarak ve bir uygun ölçüm cihazı bulacak birisini bulabilmek için bir yere kadar yürüyebilir.
- Uygun ölçüm cihazı kullanılarak, radyasyon korunma sorumlusu, acil durum sorumlu hemşiresi ve bir radyoloji teknikeri tarafından, odada bulunan herkesin el ve ayaklarına özellikle dikkat edilerek, bütün vücutlar ölçülür.
- Bulaşmış giysiler hemen çıkarılarak acil durum sorumlu hemşiresi ve bir radyoloji teknikeri tarafından büyük plastik torbalara ve başka uygun kapların içine konularak radyoaktif atık işlemi uygulanır.
- Eğer cilt radyoaktif madde ile bulaşmış ise, yumuşak bir sabun ve bol su ile yıkanır, sert fırça ve tahriş edici sabun kullanılmaz. Yıkandıktan sonra tekrar uygun bir ölçüm cihazı ile acil durum sorumlu hemşiresi ve bir radyoloji teknikeri tarafından vücut ölçümü

yapılacaktır. Ortam sayımının üzerinde olmayan değerler alınıncaya kadar yıkanma ve ölçme işlemi tekrarlanacak veya üç kez yıkandıktan sonra ölçüm değerleri değişmiyorsa yıkanmaya son verilecektir. Mümkün olursa yıkanmalar arasında nemlendirici losyon kullanılacaktır.

- Genel vücut bulaşmalarında, radyasyondan korunma sorumlusu, acil durum sorumlu hemşiresi ve bir radyoloji teknikeri tarafından tüm vücut ölçülerek, yüksek bulaşma bölgeleri işaretlenecektir. Bulaşmamış tüylü bölgelerin bulaşmamasına ve vücut açıklıklarına dikkat edilerek hızlıca duşa girilecek ve bol su ve sabun ile yıkandıktan sonra tekrar ölçüm alınacaktır.
- Radyoaktif madde göze sıçramış ise, bol su ile ve serum fizyolojik ile durulanıp, durulama suyu ölçülecektir. Temizlik sağlandıktan sonra göz tahrişi için önlem alınacaktır.
- Saçlarda bulaşma varsa, yumuşak bir deterjanla en iyi şekilde temizlenecektir. Saçları yıkarken sabunlu suyun gözlere, kulaklara veya ağıza girmemesine özen gösterilmelidir. Tıraş yapılmamalıdır.
- Olay mutlaka radyasyondan korunma sorumlusu ve acil durum sorumlu hemşiresi tarafından kayda geçirilecek ve tekrarlanmaması veya yaygınlaşmaması için alınması gerekli ilave önlemler belirlenecektir.
- Temizleme işlemi başarılamıyorsa radyasyondan korunma sorumlusu ve acil durum sorumlu hemşiresi tarafından TAEK'e haber verilecektir.

e. Radyoaktif maddenin çalınması veya kaybolması halinde;

- Radyoaktif maddenin bulunabilmesi için ilk etapta Nükleer Tıp Anabilim Dalı Bşk.'a ve Hastane Başhekimliği'ne durum bildirilerek araştırma başlatılacak ve ardından durum TAEK'e bildirilecektir.
- Aranılan radyoaktif madde bulunduğunda, taşıma kabının hasar görüp görmediği incelenecektir. Orijinal aktivitenin bulunup bulunmadığı kontrol edilecektir (Yarılanma süresi göz önünde tutulmalıdır).
- Kabin zarar görmüş olması ve aktivite miktarının azalmış olması durumunda Anabilim Dalı Bşk.'lığı ve Hastane Başhekimliği tarafından TAEK'e haber verilecektir.

f. Yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulanması halinde;

- Yanlış hastaya radyofarmasötik verilmesi, hastaya yanlış dozda veya yanlış radyofarmasötik verilmesi, radyofarmasötiğin yanlış yöntemle uygulanması gibi durumlarda hastanın enaz zararı görmesi için acil durum sorumlu hemşiresi tarafından gerekli müdahale yapılacak olup, durumların kayıtları da tutulacaktır.
- Tedavi uygulamalarında uygulanması gereken dozun %10'undan fazlasının, teşhis uygulamalarında ise uygulanması gereken dozun %50 'den fazlasının uygulanması yanlış doz verilmiş olduğunu gösterir.

g. Radyoiyot tedavisi görmüş hastalara acil müdahale gerekmesi ve ölmesi durumunda;

- I-131 tedavisi gören hastanın vücudunda yüksek aktivite bulunduğu esnada, acil tıbbi müdahale gerektiği durumlarda müdahaleyi yapacak olan personel, radyasyondan korunma sorumlusu, acil durum sorumlu hemşiresi tarafından radyasyondan korunmak ve kontaminasyonu önlemek için alınacak önlemler hakkında bilgilendirilecektir.
- Bu personelin acil duruma müdahalesi sırasında gerekli korunma giysilerini giymesi için gerekli uyarılar yapılacaktır.
- Müdahale esnasında çalışma alanında çevresel radyasyon ölçümleri acil durum sorumlu hemşiresi ve bir radyoloji teknikeri tarafından alınacaktır.
- Hastanın ölümü halinde hastanın vücudundaki aktivite müsaade edilen sınır düzeyine düşüncüye kadar bekletildikten sonra defin işlemleri yapılacaktır.
- Hasta yakınları radyasyondan korunmak için alınacak önlemler hakkında radyasyon korunma sorumlusu ve acil durum sorumlu hemşiresi tarafından bilgilendirilecektir.
- Otopsi yapılması gereken durumlarda vücuttaki aktivite otopsi yapacak olan kişileri etkilemeyecek düzeye düşüncüye kadar beklenecektir.

8.2.10. Nükleer Tıp Anabilim Dalı tehlike durumu ve olağandışı durumlarda kullanılacak radyasyon ölçüm cihazları

1- Marka: LUDLUM, Model: 14C (R)

2-Marka: S.E. INTERNATIONAL INC., Model: RADIATION ALERT MONITOR 4

8.2.11. Tehlike ve acil durum planı özeti

- Tehlike veya acil durumlara müdahale yapılırken esas amaç çalışanların, yakın çevrede bulunanların ve halkın mümkün olan en düşük radyasyon dozuna maruz kalmasını sağlamaktır.
- Tehlike ve acil durumu belirlemek/fark etmek (Yangın, deprem, patlama gibi acil durumlar; siparişi verilen radyoaktif maddenin zamanında merkeze ulaşmaması; kullanılan radyoaktif maddenin çalışma alanı dışında bulaşmaya sebep olacak şekilde dökülüp saçılması; kullanılan radyoaktif maddenin çalışanların vücuduna bulaşması; radyoaktif maddenin çalınması veya kaybolması; hastalara yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulanması; radyoaktif tedavisi görmüş hastalara acil müdahale gerekmesi veya ölmesi gibi).
- Tüm koruyucu ekipman giyilir (Kurşun önlük, tiroit koruyucu, gözlük, eldiven, koruyucu önlük vs.).
- Kendisinin düzeltebileceği bir arıza veya aksaklık durumunun varlığı halinde, panik yapmadan kısa sürede karar vererek radyasyon ölçüm cihazı kullanılarak müdahale edilir, gerekiyorsa yardımcı görevlilerden yardım alınır.
- Kendi müdahale yetkilerinin aşılması halinde yine panik yapmadan radyasyon kaynağı yanından kısa sürede uzaklaşılır.
- Radyasyon doz hızı ölçülür.
- Sınırlanan alana giriş ve çıkışlar engellenir.
- Alan tamamen denetimsiz bırakılmamalıdır.
- Radyasyon Korunması Sorumlusuna haber verilir.

Radyasyon Korunması Sorumlusu Tarafından;

- Acil durum boyutuna ve Radyasyondan Korunma Programında belirlenen programa göre çalışma planı tasarlanır.
- Kontrollü alana girmeden önce hazırlanan çalışma planının bir kaç kez uygulaması yapılır.
- Yetkilerinin ve eğitiminin izin verdiği ölçüde belirtilen ve gerektiğinde diğer ekipmanlarla plan uygulanır, uygulama sırasında ellerin veya vücudun herhangi bir yerinin hiçbir şekilde radyasyon kaynağı ile doğrudan temasına izin vermemelidir.
- Çalışma planı başarılı olmaz ise alan terk edilerek ve sürekli olarak çevrenin radyasyon ölçümlerini yaparak ikinci bir çalışma planı için plan gözden geçirilir.
- Gerekirse kurum yöneticilerine ve TAEK'e haber verilir.
- Acil durumun ortadan kalkmasını takiben, olay/kaza yeri eski haline getirilip, maruz kalınan dozların tahmin ve değerlendirmesini yapılarak, kaza ile ilgili rapor hazırlanır.
- Dozimetreler değerlendirilmek üzere TAEK'e gönderilir.

- Olay sonrası maruz kalınan radyasyon dozlarının değerlendirmesi yapılarak TAEK ile gerekli koordinasyon sağlanır, kaza raporu hazırlanır ve gönderilir.

8.2.12. Toplum ışınlanmalarının kontrolü

Radyoaktif atıklarının taşınma, saklanma ve bertaraf edilmesi için “Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik’e uygun prosedürler Nükleer Tıp Anabilim Dalın’nda uygulanmaktadır. Radyoaktif madde verilecek (veya verilmiş hastalar) için tanısal tetkik öncesi ayrıntılı hasta bilgilendirme formları hazırlanmış bu formlar hastalara okutturulup tetkik (veya uygulanacak radyoizotop tedavisini) hakkında bilgi verildikten sonra onaylatılarak uygulamalar yapılmaktadır. Bu tetkik veya tedavi öncesi bilgilendirme ve onay formlarından bazıları ekte örnek olarak sunulmuştur.

8.2.13. Kayıt sistemi

8.2.13.1. Lisanslar:

- **Sintigrafik Teşhis ve Ayaktan Tedavi Amaçlı Nükleer Tıp Lisansı:** No: 1043-005-001-KB-3-L: Veriliş Tarihi: 06.02.2018; Vize Tarihi: 16.04.2022
- **I-131/Lu-177 Yataklı Tedavi:** No: 1043-005-001-KB-4-L: Veriliş Tarihi: 06.02.2018; Vize Tarihi:10.10.2022
- **PET/BT Ünitesi Lisansı:** No: 1043-005-001-001-KB-5-L: Lisans Tarihi: 12.03.2012; Veriliş Tarihi: 22.01.2018; Vize Tarihi: 12.03.2022

8.2.13.2. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda tutulacak kayıtlar

1- Tesiste herhangi bir tehlike durumuyla karşılaşıldığında olayı açıklayan bir rapor tutulacaktır.

- a) Raporda tehlike durumunun sebepleri,
- b) Tehlike durumuna sebep olan radyoaktif maddenin cinsi, c) Aktivitesi,
- d) Bulaşma şekli,
- e) Etkilenen kişi sayısı
- f) Kişilerin almış oldukları dozlar,
- g) Bulaşıklığın giderilmesi için, alınan önlemler, v.b. bilgiler bulunacaktır.

2- Tutulan bu raporlar ve kayıtlar istendiğinde TAEK'e gönderilecektir.

8.2.13.3. Radyoaktif maddelere ilişkin kayıtlar

Tesise giren ve hastalara kullanılan radyoaktif maddelerin düzenli kayırları tutulmaktadır. Bu radyoaktif maddeler “radyofarmasi-sıcak oda”da bulunan hasta kayıt defterine günlük olarak;

- a) Radyoaktif maddenin ismi,
- b) Jeneratör sağım değerleri,
- c) Hastaların enjeksiyon dozları
- d) Enjekte edilen madde,
- e) Tarih ve saati,
- f) Yapılacak tetkikin ismi düzenli olarak kaydedilmektedir.

8.2.13.4. Radyasyon ölçüm ve görüntüleme cihazlarına ilişkin kayıtlar

Radyasyon ölçüm ve görüntüleme cihazlarına ilişkin kayıtlar cihazların kalibrasyon raporları, bakım ve onarım ile kalite kontrol raporları düzenli olarak cihaz mühendislerince yapılmakta, bu sonuçlar Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başk. veya öğretim üyesince değerlendirilmekte ve rapor sorumlusu hemşiresi tarafından kayıt altına alınarak dosyalanmaktadır.

8.3. RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI RADYASYONDAN KORUNMA PROGRAMI

8.3.1.Amaç

Cumhuriyet Üniversitesi Hastanesi, Sivas'ta; tıp eğitimi, toplum sağlığı ve bilimsel araştırma hizmetleri veren bir kurumdur. Radyasyon Onkolojisi merkezimizdeki radyasyon üreten cihazlar, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile bu amaçla yoğun olarak hizmet vermektedirler. Bu elkitabı, radyasyon üreten cihazların; sağlık, eğitim, ve araştırma amacıyla güvenli ve etkin kullanımına katkıda bulunmak, hastane personeli, hasta ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla TAEK'in Radyasyon Güvenliği Mevzuatı ve ilgili kanun ve yönetmeliklerin rehberliğinde tüm hastane personeline yönelik olarak hazırlanmıştır.

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında kanser tanısı almış hastaların tedavi ve takibi modern tıbbın gerektirdiği gelişmiş teknik olanaklardan yararlanılarak yapılmaktadır. Bölümde uygulanan radyoterapi hizmetleri, öğretim üye ve görevlileri, radyoterapi fiziki uzmanları, araştırma görevlileri, teknisyenler ve hemşireler tarafından gerçekleştirilmektedir.

8.3.2.Cihazlar

- Bölümde 1 adet X ışının (6 MV) üreten Tomoterapi cihazı ile eksternal radyoterapi yapılmaktadır.
- Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite kontrol ve kalibrasyon yapılmaktadır.
- Her cihazın kolay ulaşılır bir yerde kullanım kılavuzu bulunmaktadır.

8.3.3. Çalışanlar

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda radyasyondan korunma programı çerçevesinde, radyasyondan korunma sorumluları, olası tehlike durumu ve olağandışı durumlarda sorumlu olacak kişiler ile bu durumlarda görev alacak kişiler, bu kişilerin isimleri, eğitim durumları, ulaşılabilir telefon numaraları ile sorumlulukları ve yetkileri Tablo 8.3.1 ve 2'de açıklanmaktadır.

8.3.4. İşyerinin izlenmesi, çalışma alanları, çalışma alanlarının sınıflandırılması

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda denetimli ve gözetimli alanlar belirlenmiş, bu alanlarda hastalar ve çalışanların en az radyasyona maruz kalması için gerekli anlaşılabilir ve kolaylıkla okunabilir yazılı ve görsel simgeler kullanılarak ikaz işaretleri yerleştirilmiştir.

Çalışma alanları “bölüm krokisi” çizilerek belirlenmiş ve bölüm içerisinde radyasyon ölçümlerinin yapılacağı yerler ekte verilmiş olan bölüm planı/krokisi üzerinde işaretlenmiştir.

Tablo 8.3.1. Tehlike durumu ve olağandışı durumda sorumlu olacak kişiler

| | Hastane Yönetimi Sorumlusu | Radyoterapi Bölümü Sorumlusu |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Adı, Soyadı | Prof. Dr. Ömer Tamer DOĞAN | Prof. Dr. Birsen YÜCEL |
| Görevi | C.Ü.Hastanesi Başhekimi | Radyasyon Onk. A.D. Başkanı |
| Eğitimi | Göğüs Hastalıkları uzmanı | Radyasyon Onkolojisi uzmanı |
| Telefon No | 0346 258 00 40 | 0346 258 14 35 |

Tablo 8.3.2. Tehlike durumu ve olağandışı durumda görev alacak personel

| Adı, Soyadı | Görevi | Eğitimi | Telefon no |
|--------------------|-------------------------|---|-------------------|
| Eda ERDİŞ | Doç. Dr. | Tıp Fakültesi | 0.346 258 1406 |
| Betül ÖZYÜREK | Tıbbi Radyofizik Uzmanı | Fen-Edb. Fak./Fizik Fen Bil. Ens./Nükleer Fz. | 0.346 258 1427 |
| Özge SÖYÜLMEZ | Tıbbi Radyofizik Uzmanı | Fen-Edb. Fak./Fizik Sağlık Bil. Ens./Sağ. Fz. | 0.346 258 1427 |
| Hanife KARAPINAR | Hemşire | Hemşirelik Yüksek Okulu | 0.346 258 1426 |
| Halit ÇOŞKUN | Radyoterapi Teknikeri | Sağ. Hiz. MYO/ Radyoterapi Teknikerliği | 0.346 258 1410 |
| Tuğçe KUZUCUOĞLU | Radyoterapi Teknikeri | Sağ. Hiz. MYO/ Radyoterapi Teknikerliği | 0.346 258 1410 |
| Sinem BOYLUĞ | Radyoloji Teknikeri | Sağ. Hiz. MYO/ İleri Tıbbi Görüntüleme Teknikleri | 0.346 258 1428 |
| Tuğba Efe | Radyoloji Teknikeri | Sağ. Hiz. MYO/İleri Tıbbi Görüntüleme Teknikleri | 0.346 258 1428 |
| Semih Alabay | Radyoterapi Teknikeri | Sağ. Hiz. MYO/ Radyoterapi Teknikerliği | 0.346 258 1428 |

Bölüm içerisinde çalışan personelin kişisel dozimetre kullanacak olanlar belirlenmiş ve TAEK’e bildirilerek bu kişilere dozimetre temin edilmiştir.

Görevi gereği radyasyona maruz kalan kişilerin çalışma koşulları aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

Çalışma Koşulu A: Yılda 6 mSv'den daha fazla etkin doza veya göz merceği, cilt, el ve ayaklar için yıllık eş değer doz sınırının 3/10'undan daha fazla doza maruz kalma olasılığı bulunan çalışma koşuludur.

Çalışma Koşulu B: Çalışma koşulu A'da verilen değerleri aşmayacak şekilde radyasyon dozuna maruz kalma olasılığı bulunan çalışma koşuludur. Yıllık dozun, izin verilen düzeyin 3/10'unu aşma olasılığı bulunan Çalışma Koşulu A durumunda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur.

8.3.5. Personel Ölçüm ve İzlem

- a. Radyasyonda çalışan personeline film dozimetri sağlanmıştır ve belli periyotlarda dozimetrenin ölçümleri yapılmaktadır, TAEK'e sonuçlar bildirilmektedir ve bölüm tarafından kayıt altına alınmaktadır. Radyasyona maruz kalan veya öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için gerekli değerlendirmeler yapılmaktadır (personel radyasyon iznine çıkartılarak bölümden uzaklaştırılır. Radyasyon iznini kullanmış ise geri plana çekilerek pasif görev alır).
- b. Radyasyon alanında çalışan personel için işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, kurşun paravan vb.) sağlanmaktadır.
- c. Personelin yıllık tıbbi muayeneleri, hematolojik ve göz kontrolleri yapılmaktadır.
- d. Yasal izinleri, hamilelik hususları da göz önünde bulundurularak kullanıldırılmaktadır.
- f. Hamile personelin çalışma koşulları radyasyon güvenliğine uygun yeniden düzenlenmektedir.
- g. Personele ait kayıtlarda; radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri, kişisel dozimetre raporları, radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu yönetmeliğin 23. maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları, ayrıca periyodik tıbbi muayeneleri ile kurum tarafından gerekli görülen durumlarda yaptırılan tıbbi muayenelerin sonuçları ve varsa diğer tıbbi ışınlanma sonuçları yer almaktadır

8.3.6. Personel eğitimi

Öncelikle Cumhuriyet Üniversitesi Hastanesi radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane personelinin aşağıdaki plana göre eğitimi planlanır.

- a. İşe başlamadan önce
- b. Düzenli olarak her yıl
- c. Koşullarda, mevzuatta veya lisan koşullarında değişiklik olduğunda

8.3.7. Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında, TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

8.3.7.1. Halkın Radyasyondan Korunması: Halkın radyasyondan korunmasının sağlanması amacıyla Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda aşağıdaki şartlar oluşturulmuştur.

- a) Bütün radyoterapi cihazlarının buldukları odaların duvar kalınlıkları Türkiye Atom Enerji Kurumu tarafından öngörülen sınırları geçmeyecek şekilde belirlenmiştir hastanenin kurulma aşamasında TAEK yetkilileri tarafından yapılan ölçümlerle bu kalınlıklar onaylanmıştır.
- b) Radyoterapi cihazlarının ve radyoterapi kaynaklarının buldukları odaların kapılarında radyasyon uyarı işaretleri bulunmaktadır.
- c) Hastaların ışınlanması sırasında kapı üstlerinde kırmızı ikaz lambaları ile uyarı verilmektedir.
- d) Hastaların ışınlanması sırasında oda kapısının açılması durumunda radyasyonu kesecek güvenlik sistemleri mevcuttur.

8.3.7.2. Personelin Radyasyondan Korunması: Personelin radyasyondan korunmasının sağlanması amacıyla Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında aşağıdaki şartlar oluşturulmuştur.

- a. Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda çalışan personel TLD (termolüminesans dozimetri) ya da OSL (Optiklümnesans dozimetri)'lerini taşımaktadır. Bu dozimetreler düzenli aralıklarla yetkili kuruluşa gönderilmekte ve sonuçlara ilişkin kayıtlar tutulmaktadır.
- b. Bütün personelin kan sayımları, göz ve cilt muayeneleri yıllık olarak yapılmakta ve sonuçları değerlendirilerek kayıtları tutulmaktadır.
- c. Cihazların kumanda odalarında ışınlama sırasında ışıklı uyarı veren radyasyon alan monitörleri bulunmaktadır.
- d. Kumanda odalarında bulunan monitör ve ses sistemleri ile tedavi teknisyenleri ve hastalar arasında iletişim sağlanabilmektedir.
- e. Bütün kumanda odalarında tehlike durumunda doğrudan müdahale edilebilmesi için acil durum planları bulunmaktadır.

8.3.7.3. Hastanın Radyasyondan Korunması: Tıbbi ışınlamalarda hastanın gereksiz yere ışınlanmasını önlemek ve radyasyondan korunmasını sağlamak için aşağıdaki koşullar oluşturulmuştur:

- a. Uzman bir hekim tarafından karar verilmediği sürece, hiçbir hastaya terapötik tıbbi ışınlama uygulanmamaktadır.

- b. Tıp ve tıp dışı personel ihtiyaç duyulan ölçüde sağlanmıştır. Ayrıca tedavi teknisyenlerine, doktor tarafından öngörülen tedavinin uygulanmasında verilen görevleri gereken şekilde gerçekleştirebilmeleri konusunda gerekli eğitim verilmiştir.
- c. Radyasyonun tedavide kullanımını için, kalibrasyon, dozimetrik ölçüm, kalite güvencesi ve kontrolü işlemleri Radyoterapi Fiziği Uzmanları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bununla ilgili olarak yapılanlar hasta dozlarının kontrolünde belirtilmiştir.
- d. Personelin, radyasyondan korunma programında belirlenen şekilde, hastaların istenmeyen şekilde radyasyona maruz kalmalarını önlemek üzere, gerekli sorumluluk alanı içinde gereken tedbirleri alması sağlanmıştır. Bununla ilgili olarak tıbbi ışınlanmanın uygulanmasına dahil olan herkesin aşağıdakileri gerçekleştirmesi sağlanmıştır:
 - Belirlenen şekilde, hastaların korunması ve güvenliği için uygun kurallar ve prosedürler izlenir.
 - Tedavi teknisyeni tedavi başlamadan önce, tedavi emrinin ve tedavi planının uzman doktor tarafından onaylandığını kontrol eder.
 - Doktorlar, hastaların korunması ve güvenliğiyle ilgili olarak ortaya çıkacak olan sorunları derhal lisans sahibine bildirir, hastaların korunmasını ve güvenliğini sağlamak üzere uygun tedbirleri alır

8.3.7.4. Hasta Dozlarının Kontrolü: Hastaların radyasyonla tedavisinin tedavi planlaması ve simülasyona uygun şekilde gerçekleştirilmesi ve verilen dozların doğruluğu için Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında, Radyoterapi Fiziği Uzmanları tarafından aşağıdaki ölçüm ve kontroller yapılmaktadır:

- a. **Cihazların Mekanik Kontrolleri:** Dozimetrik parametrelerin doğru ölçüm koşullarında belirlenmesi ve hastaların doğru tedavi edilmesi için cihazın mekanik hareketlerinin belirlenmiş tolerans değerleri içinde olduğuna ilişkin kontroller haftalık, aylık ve 6 aylık dönemlerde yapılmakta ve kayıtları tutulmaktadır. Bu kontroller içerisinde gantri, kolimatör ve masanın dönüşüyle izomerkezin değişimi, dijital ve analog olarak gözlenen değerlerin karşılaştırılması, kolimasyon sistemiyle oluşturulan alanların ve ışınlanan alanın doğruluğu yer almaktadır.
- b. **Cihazların Dozimetrik Kontrolleri:** Tomoterapi cihazı için kullanılan radyasyon enerjileri (6 MV'luk foton) literatürde gösterilmiş protokoller ile kalibre edilir. Haftalık ölçümlerle cihazın verdiği radyasyonun doğruluğu kontrol edilmektedir. Ölçülen bütün dozimetrik hesaplama parametrelerinin değerlerine ilişkin kayıtlar tutulur.
- c. **Tedavi Planlamasının Kontrolleri:** Her hasta için tedavi öncesinde, tedavi planlaması tarafından hesaplanan değerlerin manuel olarak hesaplanan ve ölçümlerde karşılaşılan

değerlerle tutarlılığının kontrolü yapılmaktadır (QA ölçümleri). Kullanılan radyasyon demetinin enerjisi, giricilik ve düzgünlük gibi karakteristikleri ölçülüp bu değerlerin tedavi planlamasının değerleri ile uyumunun kontrolleri yapılır.

- d. **Radyolojik Kontroller:** Tedavi planlamasına aktarılan BT'lerdeki doku yoğunluğu değerlerinin tedavi planlamasına uygun olmasına ilişkin kontrolleri içerir.
- e. Dozimetrik ölçümlerde kullanılan iyon odalarının ve elektrometrelerin kalibrasyonunun periyodik olarak yapılması sağlanır.
- f. Hastaların tedavisinin, tedavi planlamasında belirlendiği şekilde gerçekleştirilmesi için simülasyon ve tedaviye Radyoterapi Fiziği Uzmanları katılır.
- g. Bütün tedavi dosyaları için doz hesaplamaları iki Radyoterapi Fiziği Uzmanı tarafından yapıp onaylanır.

8.3.8. Tomoterapi cihazı için tehlike ve acil durum planı

8.3.8.1. Cihazın mekanik olarak arızalanması

- a. Kumanda konsolunun önündeki acil STOP butonuna basılır.
- b. Arıza esnasında içeride hasta varsa dışarı çıkartılır.
- c. Tedavi odasının kapısını kapalı tutulur.
- d. Sorumlu Fizikçiye, arızanın durumuna göre tesis sorumlusuna arıza konusunda bilgi verilir.
- e. Cihazın bakım ve onarım hizmetini veren kurum ve Teknik Servis personeline müdahale için detaylı ve anlaşılır bilgi verilir.

8.3.8.2. Yangın

- a. Kumanda konsolunun önündeki acil STOP butonuna ve Yangın ikaz düğmesine basılır.
- b. En yakın telefondan İtfaiyeyi aranır. **(İtfaiye Tel: 110)**
- c. Tesis sorumlusu ve Radyasyondan Korunma sorumlusunu durumdan haberdar edilir.
- d. İtfaiye gelinceye kadar eldeki olanaklarla güvenliği sağlayarak yangına müdahale edilir.
- e. Gelen İtfaiyeyi karşılayarak rehberlik yapılır. Yangın cihazının bulunduğu kısma yayılmışsa İtfaiyeciler uyarılarak ve rehberlik edilerek yangına müdahale etmeleri sağlanır.
- f. TomoTerapi Cihazı zarar görmüşse durumdan TAEK RGD ve ÇNAEM Sağlık Fiziği birimlerine detaylı bilgi verilir. **(TAEK Tel: 444 TAEK (444 82 35))** TAEK Uzmanları gelinceye kadar tedavi odasına girilmez!

- g. Detaylı bir şekilde hazırlanan kaza sonrası raporunu ivedilikle TAEK Başkanlığı Eskişehir yolu 9.km 06530/ANKARA adresine ulaştırılır.

8.3.8.3. Deprem

- Kumanda konsolunun önündeki acil STOP butonuna basılır.
- Sorumlu fizikçi ve tesis sorumlusunu durumdan haberdar edilir.
- Cihaz koruyucu zırhı zarar görmüş ise TAEK'den yardım istenir.
- Detaylı bir şekilde hazırlanan kaza sonrası raporunu ivedilikle TAEK Başkanlığı Eskişehir yolu 9.km 06530/ANKARA adresine ulaştırılır.

8.3.8.4. Tahlike durumunda ve olağan dışı durumda sorumlu olacak kişiler ve görev alacak personeller

Tablo 1 ve 2'de sorumlular ve görevli personellerin listesi yer almaktadır. Tablo 3'de ise acil durumlarda TAEK'in telefon numaraları verilmiştir.

Tablo 8.3.3. Tehlike durumunda aranacak TAEK telefon numaraları

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI | 444 (TAEK) (4448235) |
| TAEK Başkanlığı | 0312 295 8700 (Santral) |
| RSGD Bşk. | 0312 295 8700-8811-8812-8813 |
| FAX | 0312 2958947 |

8.3.9. Kayıtlar

8.3.9.1. Personele İlişkin Kayıtlar

- Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve içeriği ile lisans belgesi üzerinde ismi belirtilen kişiler,
- Radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri,
- Radyasyon görevlilerinin kişisel dozimetri raporları,
- Radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu Yönetmeliğin 23'üncü maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları,
- Radyasyon görevlilerinin bu Yönetmeliğin 23'üncü maddesine göre yaptırılan periyodik tıbbi muayeneleri ile Kurum tarafından gerekli görülen durumlarda yaptırılan tıbbi muayenelerin sonuçları ve varsa diğer tıbbi ışınlama sonuçları

8.3.9.2. Radyasyon Kaynaklarına İlişkin Kayıtlar

- a. Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve kullanım amaçları ile lisans belgesi üzerinde belirtilen radyasyon kaynaklarının cinsi ve radyoaktiviteleri;
- b. Radyasyon kaynağının yurda girişi, satın alınması, kurulması ve kalibrasyonuna ilişkin tarih ve işlemler ile konu ile ilgili kişilerin isimleri,
- c. Radyasyon kaynağının bakımı, onarımı, sızıntı testi, tüp ve kaynak değişimi gibi işlemlerinin tarihleri, yapılan işlerin içeriği ve konu ile ilgili kişilerin isimleri.

8.3.9.3. Kazaya İlişkin Kayıtlar

- a. Kazanın yeri ve tarihi,
- b. Kazanın oluş şekli,
- c. Kazaya neden olan radyasyon kaynağının cinsi ve radyoaktivitesi,
- d. Vücuda alınan radyoaktif maddeler ve alınış nedenleri,
- e. Maruz kalınan süre ve radyasyon dozları,
- f. Kazaya maruz kalan kişilerin tıbbi muayene sonuçları ve yapılan tıbbi uygulamalar,
- g. Kazaya ilişkin rapor.

(Kaynak: Resmi Gazete Tarih/Sayı: 24.03.2000/23999, Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği)

8.3.10. Dozimetre kullanma talimatları

8.3.10.1. TLD (Termolüminesans Dozimetre) Kullanma Talimatı

- a. TLD X (röntgen), gamma, beta ışınları ve nötronla çalışan personel tarafından kullanılır. Taşıyıcı ve TLD kartı olmak üzere iki kısımdan oluşan dozimetre (badge)'ler, belirlenen periyot içerisinde personelin aldığı radyasyon dozlarını ölçer.
- b. Taşıyıcı ve TLD kartı bir bütündür. Dozimetri Birimi tarafından her yeni periyot için kuruluşa, TLD kartları taşıyıcı içine yerleştirilmiş olarak gönderilir.
- c. TLD'lerin açılması özel bir aparat gerektirdiğinden herhangi bir kişi tarafından **AÇILMAK İÇİN ASLA ZORLANMAMALI, BASINÇ VE FAZLA ISIYA MARUZ BIRAKILMAMALI, ISLATILMAMALI** dır. Aksi takdirde değerlendirilmesi ve kişi

tarafında alınan radyasyon dozunun ölçülmesi mümkün olmayacağı gibi, dozimetre zarar görecektir.

- d. Son derece hassas ve doz ölçüm aralığı geniş olan TLD'lerin **maliyeti yüksek olup**, hasara uğraması ve kaybolması halinde kuruluşunuzdan **ücreti yeniden talep edilecektir**.
- e. TLD'ler her yeni periyotta kuruluşunuzdaki sorumlu kişi tarafından kullanılmış dozimetreler ile değiştirilecektir. Kullanılmış dozimetreler en kısa zamanda bize ulaştırılacaktır.
- f. Yeni periyotta kullanılacak TLD'ler ile gönderilen TLD DAĞITIM LİSTESİ, **kişinin hangi numaralı TLD'yi kullanacağını göstermektedir**. Personel ismi karşısında yazılı numaralı TLD'yi kullanmalıdır.
- g. TLD'ler radyasyon alanı dışında belirli bir yerde muhafaza edilecek, personel işe başlarken dozimetrelerini buradan alarak kullanacaktır. İş bitiminde dozimetreler gene aynı yere bırakılmalıdır.
- h. Dozimetreler önlük üst cebine, yakaya veya kemere (dozimetre öne gelecek şekilde) klips ile takılarak tüm vücudu temsil eden radyasyon dozunun ölçülmesi sağlanır.
- i. Çalışma sırasında kurşun önlük giyiliyorsa, dozimetre, önlüğün altına takılarak tüm vücut dozunun ölçülmesi sağlanır. Dozimetrenin kurşun önlük dışında taşınması durumunda ise kurşun önlük dışında kalan vücut kısımlarının (troid, göz lensi, eller) aldığı dozlar ölçülmüş olur. İdeal olanı, bu durumdaki personelin iki dozimetre taşınmasıdır.
- j. **TLD doz değerlendirme sonuçları**, DOZ RAPORU olarak yeni periyot dozimetreleri ile birlikte kuruluşa gönderilecektir. Doz raporundaki doz değerlerinin önceki periyotlarda kullandığımız TLD'lere ait olduğuna dikkat ediniz.
- k. Yeni personele dozimetre sağlanması için "Dozimetre İstek Formu" ile dozimetre ücretinin Kurumumuza yatırıldığını gösteren banka dekontunun bize ulaşması gerekmektedir. Personelin işten ayrılması halinde dozimetre, bize bildirmek kaydı ile personeliniz için kullanılabilir.
- l. Çalışma sırasında kazaya uğradığınızı veya yüksek radyasyon aldığınızı düşünüyorsanız, durumu amirinize bildirerek, dozimetrenizin acil olarak değerlendirilmesini isteyebilirsiniz. Dozimetrenizin Merkezimize ulaştırıldığı gün değerlendirilerek sonuç size ve kuruluşunuza bildirilecektir.

m. Radyasyon ve dozimetre konularında her türlü soru ve önerileriniz için bize ulaşabilirsiniz.

8.3.11. Lisans işlemleri

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve bu Yönetmelik kapsamına giren radyasyon kaynaklarının imal, ithal ve ihraç edilmesi, alınması, satılması, taşınması, depolanması, bakımı, onarımı, kurulması, sökülmesi, değiştirilmesi, radyasyon kaynaklarıyla çalışabilmesi ve her türlü amaçla bulundurulması ve kullanılması için TAEK'ten lisans alınması zorunludur. Bu lisans, başvurusu yapılan kaynakların Kurum tarafından onaylanan kişilerin sorumluluğu altında ve başvuruda belirtilen adresteki faaliyetini kapsar. Bu işler, diğer bakanlık ve/veya kuruluşlardan da izin, ruhsat veya bir belge alınmasını gerektiriyorsa, bunların verilmesi Kurum tarafından lisans verilmesi önkoşuluna bağlıdır. 7/2/1993 tarihli 21489 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliğine tabi olan faaliyetler için Çevre Bakanlığı'nın olumlu kararı alınmadan lisans işlemi başlatılamaz (**Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 50**).

Lisans sahibi, radyasyon kaynağının bulunduğu ve kullanıldığı yerde veya lisans koşullarında herhangi bir değişiklik olması halinde, değişiklik yapılmadan önce en az 15 (on beş) gün içerisinde TAEK'e yazılı başvuruda bulunmak zorundadır (**Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 54**).

İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar

“Cumhuriyet Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Radyasyon Güvenliği El Kitabı” hazırlanırken faydalanılan ulusal tüzük, yönetmelik ve yönergeler ile uluslararası kaynaklar aşağıda belirtilmiştir.

- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (www.taek.gov.tr)
- Trakya Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı
- Radyasyon Güvenliği Tüzüğü; 24/7/1985 tarihli ve 85/9727 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe konulmuştur.
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği; 24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.
- Radiation Protection, The University of Edinburgh Health and Safety Policy. (www.safety.ed.ac.uk/policy/part7/index.html)
- Riviere J, Fox MA. Radiation safety manual (version II). Environmental Health and Safety Center, Radiation Safety Division, North Carolina State University. North Carolina, 2002.
- Pregnancy and Medical Radiation (www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps)

8.4. KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI RADYASYONDAN KORUNMA PROGRAMI

Göstergeler kardiyologların da gerekli önlemleri almadıklarında, oldukça yüksek miktarda radyasyon aldıkları ortaya çıkmıştır. Kateter laboratuvarının çoğunlukla görevliler için yaka seviyesinde ve kurşunlu gömlek dışında takılı bir dozimetre ile ek olarak gömlek altında ve el bileği seviyesinde diğer bir dozimetre uygulaması yapılmaktadır.

Gömlek üzeri dozimetrelerdeki radyasyon ölçümlerine oranla gömlek altındaki dozimetre ölçümlerinin %95 daha az olduğunu göstermiştir. Bunlara ek olarak kurşun camlı gözlüklerin kullanılması ile lensin aldığı radyasyonun olgu başına 2.6 mrem (0.026 mSv) azaltılabildiğini (%35) göstermiştir. Bütün bu sonuçlar kurşunlu koruma yöntemleri, radyografik pozisyon ve primer ışın giriş yeri gibi etkenlerin radyasyon azaltılmasında büyük önem taşıdığını göstermektedir. Ayrıca son görüntü dondurma, kesikli fluoroskopi (Pulsed fluoroskopi) ve filmsiz kateterizasyon gibi diğer teknik gelişmelerin uygulamalarının da radyasyon yönünden ek kısıntı oluşturduğu gösterilmiştir.

Kardiyoloji laboratuvarlarında radyasyon ölçüm çalışmaları başlıca operatöre yönelik yapılmaktadır. Zira genel olarak anjiyografi servislerinde hekimler, hemşire ve teknisyenlerden fazla radyasyon alırlar. Bunun nedeni ışın kaynağına yakın oluşlarıdır. Yardımcı görevlilerin aldıkları ışın miktarı çok daha az olmaktadır. Aşağıdaki tabloda kateter laboratuvarında görevlilerin aldığı efektif DE miktarları sunulmaktadır.

Tablo 8.4.1. Kardiyak Kateter Laboratuvarında Görevlilerin Aldıkları Radyasyon Miktarları

| GRUP | mSv/yıl | mrem/yıl |
|------------|---------|----------|
| Hekim | 2-60 | 200-6000 |
| Hemşire | 8-16 | 800-1600 |
| Teknolog | 2 | 200 |
| Tekn. Yard | 0.-2 | 0-200 |

Kaynak- Limacher ve ark. JACC 31 (4):897; 1998

Araştırmacılar tarafından anjiyografi bölümlerinde çalışan radyolog ve kardiyologlarda kranial irradiasyona bağlı olarak katarakt ve beyin kanserleri gelişebileceği bildirilmektedir. Bu nedenle 1 mm.lik kurşun korumalı baş kepleri veya tavana askılı cam koruma perdeleri, kurşun gözlük kullanmaları önerilmiştir. Böyle koruyucu önlemler ile operatörün alacağı radyasyon miktarı belirgin derecede azaltılabilmektedir.

Gözün DE olarak aldığı doz ise 8 mrem (0.080 mSv) olup kurşunlu gözlük veya kurşun-akrilik koranak kullanılırsa bu dozlar düşer. Ancak ablasyon işlemini uygulayan personelin deneyimi arttıkça fluoroskopi süresi ve alacağı radyasyon miktarı da düşmektedir. Diyagnostik elektro fizyoloji çalışmaları veya pace-maker implant uygulamasında alınan fluoroskopik radyasyon 5-10 dakika veya daha az bir süreyi kapsamaktadır.

Anjiyografi görevlileri uygun korunmadıkları durumlarda hamile iseler endişe duyabilirler. Embriyo ölümü 10-50 rad (100-500 mGy) arası dozlarda olabilir. Ancak uygun korunan görevlilerde bu sınır çok daha yükselir. Hamile görevlilerde fetusun alacağı müsaade edilebilir doz miktarı 50 rem (0.5 mSv)/ay dır. Tüm hamilelik dönemi için fetusun alabileceği radyasyon üst sınırı toplam 500 mrem/5mSv) dir. Fluoroskopi, portatif röntgen ve nükleer tıp görüntüleme aygıtları açısından annenin mesleki ekspozur miktarı, uygun çalışıldığı ve gerekli korunma önlemleri alındığı takdirde büyük olasılıkla 5 mSv ten düşük olacaktır.

Yansıyan radyasyon ışınlarının (sekonder radyasyon) ise vücuda giriş miktarı olarak kurşun önlük ile %60-90 oranında zayıfladığı (Attenuation) dikkati çekmiştir. Uygun kolimasyon yanitetik alanının sınırlandırılması ve olabildiğince dar alanda çalışma, gerek hasta gerekse çalışanın alacağı radyasyonu düşürür. Uygun kolimasyon ile görevlinin alacağı radyasyonun %40 azaltılabildiği bildirilmiştir.

Ablasyon işlemleri sırasında uzun ekspozur süreleri gerekir. Yapılan çalışmalarda, olgu başına ortalama 1.8 mrem (0.018 mSv) dir. Tiroid koruması takılmadığı durumda ise “Efektif DE” miktarı olgu başına 2.8 mrem (0.028 mSv) bulunmuştur. Yılda 250 ablasyon işlem, uygulayan bir hekim tahmini olarak 450 mrem (4.5 mSv) DE radyasyon alır. Bu miktar ise radyasyon görevlileri için önerilen yıllık doz sınırının %9 unu oluşturur.

Anjiyografi tetkiklerinde tüp eğiminin, operatörün alacağı radyasyon miktarı açısından önemi vardır. Aygıt üzerinde 20°/0° tüp açılması ile en düşük miktarda radyasyon alım özelliği, gerek hasta gerekse operatör için insan sağlığına önemli bir katkı sağlar. Anjiyografik çalışmalarda bu gerçeğin bilinmesi ve dikkate alınması gerekir. Keza sağ ön oblik (RAO) pozisyon çalışmalarında daha az radyasyon alınır. PA pozisyonunda 0° ye oranla tüp eğiminin gerek sağ gerekse sola doğru kranio-kaudal 30° açılma durumlarında hasta ve çalışanların aldıkları radyasyon dozlarının yaklaşık 2.5 kat kadar artış gösterdiği bildirilmiştir. Sol ana koroner arter çıkışı için kaudal 60°-20° sol anterior oblik yerine PA kaudal 0°/30° + pozisyonunda uygulama sonucunda radyasyon miktarı hasta açısından 2.6 defa azaltılabilir. Bu azalma operatör için ise daha fazla olup 5-8 kattır. Sonuç olarak az eğimli PA pozisyonlar ile sağ ön oblik (RAO) pozisyonunda, tüp eğiminin 40° veya daha az açılı çalışmaları uygulanmalıdır. Alışlagelen pozisyonlar olmamalarına karşın bu

projeksiyonların olanaklar ölçüsünde sol anterior oblik (LAO) projeksiyonlara veya túbün çok eğimli pozisyonlarda uygulamalarına kıyasla ön plana alınmaları ile hasta ve hekimin alacağı radyasyonun azaltılmasına katkı sağlanacağı bildirilmiştir.

Anjiyografi masası yüksekliğinin, hasta ve operatörün aldıkları radyasyon dozlarına etkileri ile masa yanına asılı koruyucu perdelerle radyasyon miktar kıyaslaması da araştırılmıştır. Tetkik masasının yerden yüksekliğinin 85-95-105 ve 110 sınırlardaki konumlarında korunaklı ve korunaksız olarak radyasyon ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda hastanın vücut giriş dozunun en üst masa yüksekliğinde, en alt masa yüksekliğine kıyasla %32 daha az olduğu saptanmıştır. Ancak operatörün alacağı saçılan (Sekonder) radyasyon miktarı alçak pozisyonda azalmaktadır. Keza uygulayıcının aldığı saçılan radyasyonu en çok azaltan elken koruyucu kalkanlardır ve alınacak dozu %30-105 defa azaltır. Ancak koruma perdeleri kullanılmadığında masa yüksekliğinin alçaltılmasının oldukça önemli oranda radyasyon koruması sağladığı (% 15-72) dikkati çekmiştir.

Kardiyak kateter laboratuvarlarında yapılan PTCA işlemlerinde gömlek altı ve üstünde radyasyon miktarlarının olgu başına 0.5 mrem (0.005 mSv) ve 3 rem (0.03 mSv) olduğu gözlenmiştir. Bu değerlerin operatörün aldığı toplam ekspozürün % 10-30 una eşdeğer geldiği saptanmıştır. Keza eğitim gören hekimlerin, deneyimli uygulayıcılara oranla daha fazla radyasyon aldıkları dikkati çekmiştir. Bunun nedeni de daha yavaş çalışma ve daha uzun süre fluoroskopiye bağlanmalarıdır. Keza uzakta duran görevliler ‘Ters Kare Kanunu (Inverse Square Law)’ na göre daha az ışın alırlar. Örneğin primer ışın kaynağından 1-1.5 metre uzakta duran duruş yeri ve açılanmaya bağlı olarak operatörün aldığı radyasyonun sadece %2-11 ini alır. Portatif koruma örtüleri ve duruş yerinin uygun seçilmesi de radyasyonun alımını azaltan etkenlerdir.

İlgili Linkler

- Trakya Üniversitesi Hastanesi trakya.edu.tr.
- Türkiye Atom Enerjisi kurumu www.taek.gov.tr
- European Commission (radiological protection pages):
www.europa.eu.int/comm/environment/radprot
- International Atomic Energy Agency www.iaea.org
- International Commission on Radiological Protection www.icrp.org
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
www.unscear.org
- World Health Organization www.who.int

8.5. Rutin işlerde radyasyonla çalışan diğer birimler

- a. Ameliyathane (Skopi Cihazı)
- b. Kan bankası (Sezyum-137, Kan Işınlama Cihazı)
- c. Üroloji (Taş Kırma Ünitesi)
- d. Gastroendoskopi (ERCP)

8.5.1. Skopi ile çalışan birimlerde: Ameliyathane

- a. Skopi kullanılan ameliyathanelerde radyasyon güvenliğini sağlamaya yönelik gerekli tedbirler alınmıştır.
- b. Skopi cihazı bulunan ameliyathanelerde, cihazın aktif kullanıldığı süreçte çalışanları uyarmaya yönelik, kurum tarafından belirlenen bir işaret veya tanımlama kullanılmaktadır.
- c. Skopide çalışan personelin radyasyon ölçümleri yapılmaktadır