

ULUSAL TIBBİ NBC SAVUNMASI SEMPOZYUMU



15 – 16 MAYIS 2003

Düzenleme

TSK Sağlık Komutanlığı

Gülhane Askeri Tıp Akademisi

ÖNSÖZ.....	2
NÜKLEER TEHDİT ve TIBBİ YAKLAŞIM.....	3
NÜKLEER SAVAŞ TEHDİDİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	4
TEMEL RADYASYON FİZİĞİ.....	9
RADYASYONUN BİYolojİK ETKİLERİ.....	12
RADYASYONUN PSİKOLOJİK ETKİLERİ.....	21
RADYASYONUN DETEKSİYONU, MONİTORİZASYONU VE RADYASYONDAN KORUNMA.....	26
NÜKLEER PATLAMANIN ÖZELLİKLERİ VE KORUNMA YÖNTEMLERİ.....	32
RADYASYON HASARININ BELİRLENMESİ VE BİODOZİMETRİ.....	38
NÜKLEER KAZAZEDELERE TIBBİ YAKLAŞIM VE TEDAVİ PRENSİPLERİ.....	47
BİYolojİK SAVAŞ AJANLARI ve TIBBİ YAKLAŞIM.....	60
BİYolojİK SAVAŞ AJANLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ.....	61
BİYolojİK SAVAŞ AJANLARININ TANI YÖNTEMLERİ.....	63
BİYolojİK SAVAŞ AJANLARININ KLİNİK VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI.....	72
BİYolojİK SAVAŞ AJANLARINDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ.....	81
KİMYASAL SAVUNMA ve TIBBİ YAKLAŞIM.....	89
KİMYASAL SAVUNMADA GÖRSEL YAKLAŞIM.....	90
KİMYASAL SİLAHLARA GENEL BİR BAKIŞ VE ÖZELLİKLERİ.....	92
KİMYASAL TEHDİTTE TIBBİ SAVUNMA ve TIBBİ HAZIRLIKLAR.....	99
KİMYASAL ATAKTA TIBBİ YANIT.....	105
KİMYASAL/ BİYolojİK SAVAŞ ve TERÖRİZMİN FARKLI BOYUTLARI.....	112
KİMYASAL SAVAŞ AJANLARININ TANI YÖNTEMLERİ.....	115
NBC ATAĞINDA ACİL SAĞLIK HİZMETLERİ.....	118
NBC ORTAMINDA ACİL SAĞLIK HİZMETLERİ ve ORGANİZASYON.....	119
NBC ORTAMINDA ACİL SAĞLIK HİZMETLERİNDE KULLANILAN EKİPMANLAR.....	133
NBC YARALILARINA YAPILACAK İLK YARDIM, RESÜSİTASYON VE TEDAVİ.....	136
ACİL SAĞLIK HİZMETLERİNDE NBC AJANLARINDAN KORUNMA VE YARALI DEKONTAMİNASYONU.....	152
NBC ORTAMINDA HALK SAĞLIĞI YAKLAŞIMI.....	153
NBC ORTAMINDA EPİDEMİYOLOJİK ANALİZLER VE VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	154
KORUYUCU SAĞLIK HİZMETLERİ NBC'YE ÖZEL YAKLAŞIMLAR.....	157
NBC TEHDİDİNE TOPLUMSAL HAZIRLIK.....	159
NBC SAVUNMASINDA ULUSAL DÜZEYDE PLANLAMALAR.....	167
NBC SAVUNMASINDA ÜLKE ÇAPINDA PLANLAMALAR İÇİN HEDEFLER VE KISITLILIKLAR.....	168
SAĞLIK BAKANLIĞI'NIN NBC SAVUNMASI STRATEJİLERİ.....	170
NBC ATAKLARINDA SİVİL SAVUNMA FAALİYETLERİ.....	174
SERBEST SİLDİRİLER.....	179
NBC SALDIRILARINDA HASTANELERDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER VE HASTANE SAVUNMASINDA TEMEL PRENSİPLER.....	180
BİYolojİK HARP MADDELERİNİN BİYOTERÖR AMACIYLA KULLANILMASI.....	183
GATA HEMŞİRELİK YÜKSEK OKULU ÖĞRENCİLERİNİN NBC SAVUNMASI KONUSUNDA BİLGİ VE TUTUMLARININ İNCELENMESİ.....	184
SARS (ANİ GELİŞEN AĞIR SOLUNUM YETMEZLİĞİ SENDROMU) BİYOTERÖRİZM OLABİLİR Mİ?.....	185
BİYolojİK VE KİMYASAL SAVAŞ AJANLARININ GELİŞTİRİLMESİ VE TIP ETİĞİ.....	186
NBC TEHDİDİ AÇISINDAN HAVACILIK.....	187

ÖNSÖZ

Muhtemel bir savaşta veya terörist eylemde nükleer, biyolojik ve kimyasal silahların kullanılma riski gündemde sürekli yer almaktadır. Önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenen bu tehdide karşı hazırlıklarımızı arttırmak hepimize düşen bir görevdir. Bilimsel kuruluşlar bu alanda mevcut bilgilere sahip olmak yanında, yeni bilgi üretmek ve bu birikimlerini geniş bir çevreye iletmekle yükümlüdürler.

Sağlık personelinin NBC savunmasının her basamağında, olay yerinde, laboratuvarlarda, hastahanelerde önemli görevleri bulunmaktadır. Bu silahlar ile yapılacak herhangi bir saldırıya karşı önceden hazırlıklı olmak, tehlike anında bir çok hayatın kurtarılmasını temin edecektir.

Şüphesiz NBC savunmasında başarılı olmanın önemli bir ön şartı yeterli donanımına sahip olmaktır. Fakat yeterince eğitilmiş personelin bulunmaması, gerekli planlamaların yapılmamış olması, bildirim sistemlerinin hazır bulunmaması halinde sahip olunan donanımın mükemmelliği kurtarıcı olmayacaktır. Yapısı itibarı ile işbirliğine çok ihtiyaç duyulan NBC savunmasında bilgilerin paylaşılması emek ve para israfını da yanında getirecektir.

Sempozyumların; bir konu hakkında bilgi alışverişini arttırmak, o alanda çalışmaları bulunan bilim adamlarını bir araya getirerek iletişimlerini kolaylaştırmak ve ilgili kişilerin bilgilerini güncellemelerine olanak tanımak gibi çok önemli faydaları olduğu şüphesizdir.

Ülkemizde, özellikle son bir iki sene içinde NBC konusunda çok sayıda panel, konferans, toplantı düzenlenmiştir. Ayrıca bir çok branş konunun kendileri ile alakalı kısmına yönelik toplantılar yapmıştır. Bu çalışmaların her biri ülkemizdeki bilgi birikimine önemli katkılarda bulunmuştur. NBC konusunda çalışması bulunan branşların bir çoğunu ve bu hususta çalışmaları olan çok sayıda bilim adamımızı bir araya getiren, geniş katılımlı bir sempozyum ise ilk kez yapılmaktadır. Bu başlangıcın, gelecekteki çalışmaları çok daha ileriye götüreceğini ümit ediyoruz.

Bu faaliyetimizde bizimle birlikte olan ve değerli bilgilerini bizlerle paylaşan tüm meslektaşlarımıza, yapacakları konuşmalardan dolayı kıymetli öğretim üyelerimize teşekkür ederken, ileriki yıllarda başka çalışmalarda bir araya gelmemizi diliyorum.

Metin DENLİ

Doçent Tabip Tuğgeneral

Sempozyum Başkanı

15 MAYIS 2003

1. OTURUM

NÜKLEER TEHDİT ve TIBBİ YAKLAŞIM

Oturum Başkanı: Prof.Dz.Tbp.Alb. Mehmet Ali ÖZGÜVEN

Saat: 09:30-10:45

Nükleer Tehdidin Değerlendirilmesi	Prof.Dz.Tbp.Alb. M.Ali ÖZGÜVEN
Temel Radyasyon Fiziği	Prof.Dr. Tülin ARAS
Radyasyonun Biyolojik Etkileri	Doç.Dr. Emel ÖZTÜRK
Radyasyonun Psikolojik Etkileri	Doç.Dz.Tbp.Yb. Kemal Nahit ÖZMENLER
Radyasyon Deteksiyonu, Monitörizasyonu ve Korunma	Prof.Dr. Metin KIR
Nükleer Patlamanın Özellikleri	Yrd.Doç.Tbp.Kd.Yzb. Özgür KARAÇALIOĞLU
Radyasyon Hasarının Belirlenmesi ve Biyodozimetri	Doç.Dz.Tbp.Bnb. Seyfettin ILGAN
Nükleer Kazazedelere Tıbbi Yaklaşım ve Tedavi Prensipleri	Doç.Dr. Bengül GÜNALP

NÜKLEER SAVAŞ TEHDİDİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof.Dz.Tbp.Alb. M.Ali ÖZGÜVEN
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanı

Giriş

Soğuk savaşın sona ermesiyle birlikte dünya iki süper gücün varolduğu bipolar (iki kutuplu) yapıdan çıkarak bölgesel karışıklıkların yoğunlaştığı çok kutuplu bir yapıya bürünmüştür. Bu yeniden yapılanma sonucunda global bir savaş olasılığının azalmasına karşın bölgesel savaş olasılığı artmış, misilleme ve terörist faaliyetlerde 21 nci yüzyılın başlangıcından itibaren belirgin bir artış dikkati çekmiştir.

Terörist faaliyetler; özellikle 11 Eylül 2001 tarihinde Dünya Ticaret Merkezi ve Pentagon'a yapılan saldırılar sonrasında tüm dünyanın gündemine oturmuş; bu saldırıların dünyanın en gelişmiş teknoloji ve savunma sistemlerine sahip Amerika Birleşik Devletleri'ne karşı başarıyla uygulanmış olması tek süper güç konumundaki bu ülkenin dünya kamuoyundaki itibar kaybı ile birlikte mevcut savunma sistem ve prensiplerinin yetersizliğini, aynı zamanda terörizme karşı alınacak önlemlerin global olması halinde daha başarılı sonuçların alınabileceği gerçeğini ortaya koymuştur.

Bu gelişmeler sonrasında tüm dünya devletleri ve uluslararası kuruluşlar terörizme karşı ortak savunma önlemleri geliştirmek üzere harekete geçmiş, soğuk savaş döneminin iki kutuplu yapısını oluşturan Rusya Federasyonu ve Amerika Birleşik Devletleri de bu kapsamda uzlaşmaya gitmek durumunda kalmışlardır.

Terörist faaliyetler ulusal, etnik, politik, dini, ekonomik, ekolojik, cinsel, ideolojik ve elektronik gibi pek çok alanda gerçekleştirilebilmekle birlikte özellikle kitlesel ölümlerle sonuçlanması açısından Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer (CBRN) Terörizm konusu öncelik arz etmektedir.

Terörist Faaliyetlerin Temel Şekil ve Kaynakları

Terörist faaliyetler genel olarak;

1. Her türlü silah ve askeri olanakların yetkisiz ve kontrolsüz kullanımı (biyolojik, kimyasal, radyolojik ve nükleer silahlar gibi)
2. Kitle imha silahlarının yapımında kullanılan bileşenlerin kontrolsüz dolaşımı ve kullanımı (uranyum, plütonyum, şarbon ve çiçek suşları gibi)
3. Endüstriyel ve sosyal altyapılara konvansiyonel silahlarla yapılacak saldırılar (kirli bombalar, nükleer reaktör, su arıtma tesisi ve metro saldırıları gibi) şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Özellikle barış zamanında gerçekleştirilecek terörist saldırılara kaza süsü verilmesi sıkça uygulanan bir yöntem olup böyle durumlarda terörist bir saldırı olasılığı her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Maskelenmiş terörist saldırılar;

1. Genellikle kimyasal, petro-kimyasal, nükleer, enerji üretim tesisleri ile sosyal ve hijyen ile ilgili tesisleri hedef alır,

2. Saldırı sonrasında ortamın toksik, yanıcı, radyoaktif, enfekte edici ve patlayıcı materyalle kontaminasyonu ile toplumu korkutmak ve şoka sokmak amaçlanır,
3. Barış zamanında olabilecek kazalara çok benzer senaryolar çerçevesinde (sıvı oksijen tüpünün kaynak yerinden açılması, elektrik yangını gibi) gerçekleştirilirler ancak uzmanlar tarafından kolaylıkla ayırt edilebilirler.

CBRN Silahlar İçinde Tehdit Öncelikleri

Terörist saldırılarda biyolojik ve kimyasal silahlar;

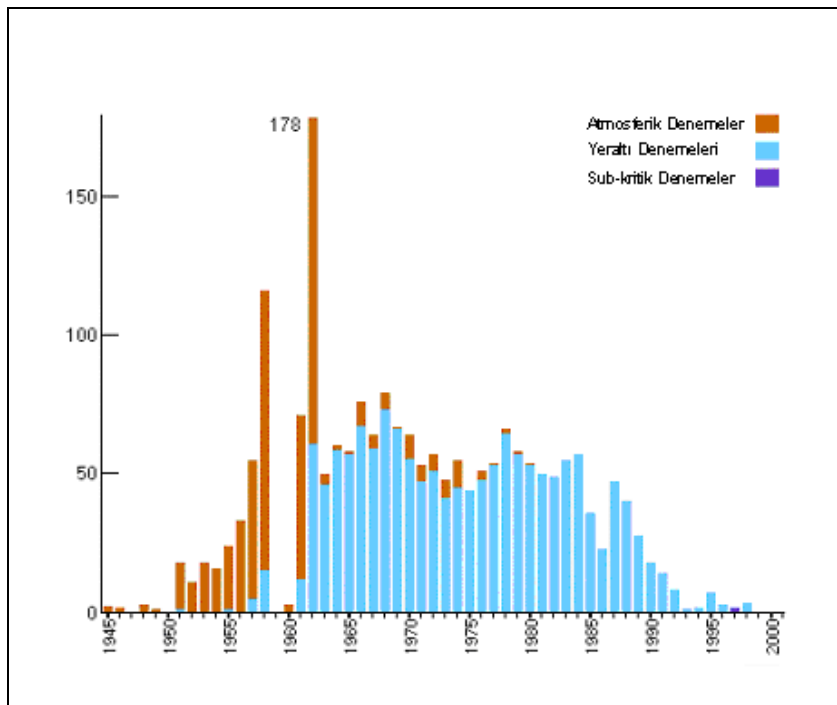
1. Maliyetlerinin ucuz olması,
2. Genelde yüksek teknoloji gerektirmemeleri,
3. Kontrollerinin güç olması ve
4. Uygulamalarındaki kolaylıklar açısından

terörist gruplar tarafından nükleer ve radyolojik silahlara tercih edilmektedir.

İlk Nükleer Silah Denemeleri

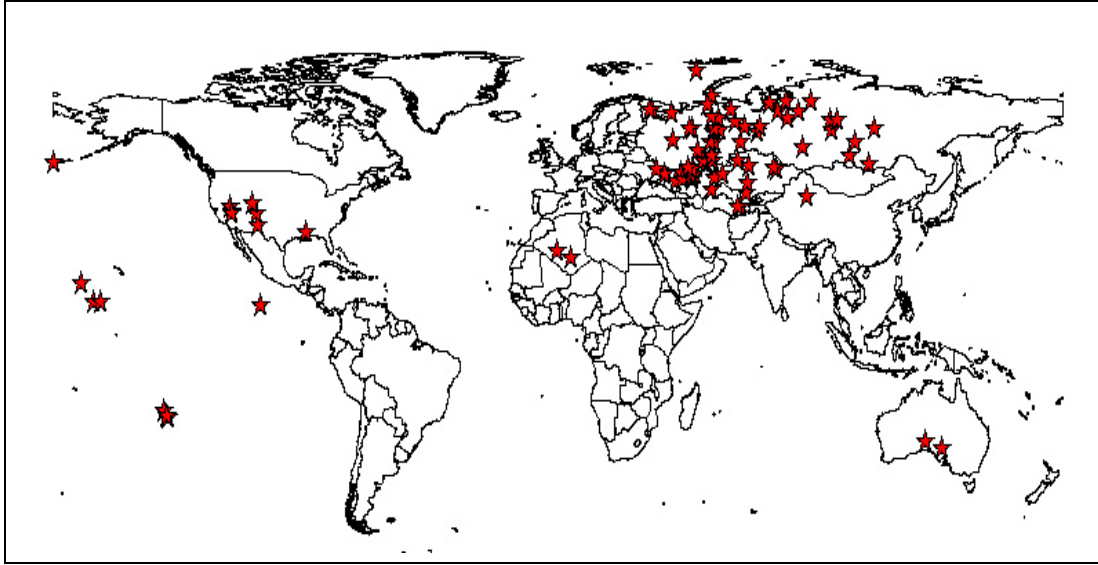
Yeryüzündeki ilk nükleer silah denemesi ABD tarafından Alamogordo - New Mexico'da, 16 Temmuz 1945 tarihinde "Trinity" kod ismi ile gerçekleştirilmiştir. SSCB ise ilk nükleer silah denemesini 29 Ağustos 1949 tarihinde Semipalatinsk - Kazakistan'da "First Lightning" kod ismi altında gerçekleştirmiştir.

1952 de İngiltere, 1960 da Fransa, 1964 de Çin, 1974 de Hindistan ve 1998 de Pakistan ilk nükleer silah denemelerini gerçekleştirmiştir. 1945 yılından itibaren nükleer silah denemelerinin yıllara olan dağılımı Şekil-1 de, bu denemelerin gerçekleştirildiği noktalar ise Şekil-2'de gösterilmiştir.



Şekil-1. 1945 yılından itibaren nükleer silah denemelerinin yıllara olan dağılımı

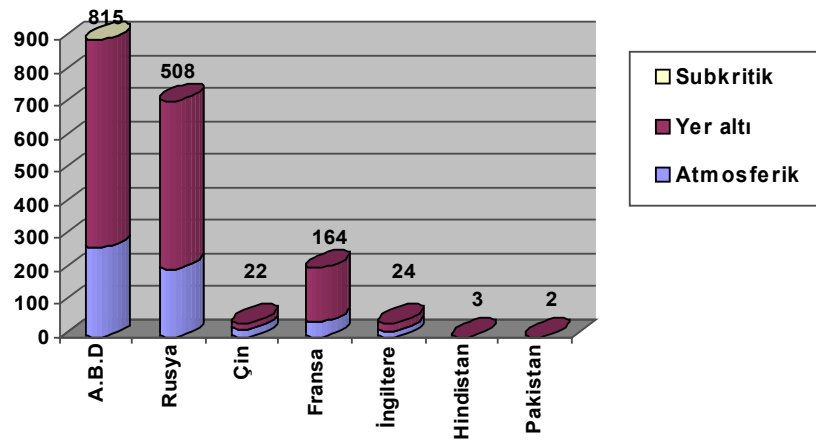
Şekil-1 de 1945 den itibaren ilk yıllarda atmosferik denemelerin yoğunlukta olduğu ancak geçen süreç içerisinde çevreye ve toplum sağlığına olan etkilerinin ortaya çıkması ve kamuoyu tepkilerinin sonucunda yer altı denemelerinin ağırlık kazandığı dikkati çekmektedir. Yine aynı tablodan 1960-70 li yıllarda pik yapan ve daha sonra bir plato çizen nükleer denemelerin soğuk savaşın en yoğun olduğu dönem ile örtüştüğü, Sovyetler Birliği'nin dağılmasından sonra sayının giderek azaldığı da diğer bir bulgudur.



Şekil-2. Nükleer silah denemelerinin gerçekleştirildiği noktalar

Şekil-2 de nükleer silah denemelerinin batı Rusya, batı Amerika, Büyük Okyanus'taki bazı sömürge adalarında, Avustralya ve kuzey-batı Afrika'da yoğunlaştığı izlenmektedir.

Şekil-3 de nükleer silah denemelerinin özellikle bazı ülkeler tarafından yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği ancak dünya kamuoyu ve çevreci kuruluşlardan gelen tepkiler doğrultusunda yıllar içerisinde sayısının giderek azaldığı izlenmektedir.



Şekil-3. Nükleer silah denemelerinin ülkelere olan dağılımları

Nükleer silah denemelerinin kontrolü ve nükleer silahların kullanımının sınırlandırılması alanında çok sayıda uluslararası ve ikili antlaşma mevcuttur. Bu antlaşmalardan en önemli ve en geniş kapsamlısı Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA - International Atomic Energy Agency)'nın himayesindeki Nükleer Silahsızlanma Antlaşması (1968) dir.

Daha sonraki yıllarda yapılan SALT (Strategic Arms Limitation Talks) I (1972) ve SALT II (1979) Antlaşmaları sadece ABD ve SSCB arasındaki stratejik savaş başlıklarındaki dengeyi korumada etkin olmuş, global anlamda nükleer silahsızlanmaya katkısı olmamıştır.

START (Reduction and Limitation of Strategic and Offensive Arms) I (1991) ve START II (1993) Antlaşmaları da başlangıçta ABD ve SSCB arasında ikili olarak imzalanan antlaşmalar olmakla birlikte takip eden yıllar içerisinde nükleer silahlara sahip diğer devletleri de kapsamına almıştır.

Günümüzde, kesin olmamakla beraber, Kuzey Kore, Pakistan, Hindistan, İran, Libya, Cezayir, Güney Afrika, İsrail, ABD, Rusya, Ukrayna, Belarus, Kazakistan, Çin, Fransa, İngiltere ve Almanya'nın nükleer silahlara, 28 ülkenin ise balistik füze sistemlerine sahip olduğu bilinmektedir.

Ancak her geçen gün nükleer silahlara sahip olan ülkelerin sayısının artması yeni uluslararası ve ikili antlaşmaları, en azından mevcut olanların güncellenmesini zorunlu kılmaktadır.

Nükleer Silahlar

Nükleer silahlar en etkin kitle imha silahıdır. Tehdit önceliğinde en son sırada yer almakla birlikte her zaman son koz olarak bulundurulmuş, güç ve tehdit unsuru olan silahlardır. Bazı devletlerin nükleer silahlara sahip olmamalarına karşın bu imkan ve kabiliyete sahipmiş gibi görünerek konumlarına güç ve itibar kazandırmaya çalıştıkları da bilinen bir husustur.

Nükleer silahlar çok kısa süre içerisinde kesin etkilerini gösteren, fiziksel ve psikolojik etkileri uzun yılları ve nesilleri kapsayan, onarılması imkansız hasarlara yol açan silahlardır. Dünya bu deneyimi 1945 yılında Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombaları ile yaşamış ve izleri hala silinememiştir.

Radyolojik Silahlar

Nükleer silahların üretiminde ileri teknolojinin gerekmesi terörist grupları radyoaktif maddeleri konvansiyonel silahlar ile birlikte kullanarak radyoaktif maddelerle ortamı kontamine etmek ve bu yolla korku ve panik oluşturmaya sevk etmiştir. Bu tip kullanıma "Kirli Bombalar" (Dirty Bombs) adı verilmekte olup etkileri gerçek nükleer silahlar ile karşılaştırıldığında sınırlıdır.

Benzer sonuçları uranyum madenlerine, uranyum zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerine, nükleer reaktörlere, radyoaktif atık depo ve alanlarına, radyoaktivite ile çalışan tanı ve tedavi birimlerine (Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi gibi), radyoaktif madde naklinde kullanılan taşıtlara, radyoaktif sağlık malzemesi üreten tesislere, su ve besin sterilizasyonu yapan tesislere konvansiyonel silahlarla yapılacak saldırılar ile oluşturmak da mümkündür.

“Radyolojik Silahlar” olarak anılan bu tür terörist uygulamalar ileri teknoloji ve herhangi bir alt yapı gerektirmedikinden tehdit önceliği açısından nükleer silahların önüne geçmiş, Balkanlarda ve Afganistan’da bu türden uygulamalara sıkça rastlanmıştır.

Halen savaş ortamında radyoaktif maddelerin maksatlı dağılımını kontrol eden uluslararası bir antlaşma mevcut değildir. Cenevre Silahsızlanma Konferansında (1984) konu gündeme gelmesine karşın konunun nükleer silahsızlanma ile birlikte değerlendirilmesi istemiyle gündemden çıkartılmıştır. Ne yazık ki bu tip uygulamalar askeri açıdan da gerçek silah kapsamında değerlendirilmemekte ve ancak son birkaç yıldır dikkate alınır olmuştur.

KAYNAKLAR

1. Gusev, I. A., et. al., Eds., 2001, Medical Management of Radiation Accidents, Second Edition, CRC Press, Inc., New York, New York.
2. Jarrett, D. G., 1999, Medical Management of Radiological Casualties Handbook, First Edition, AFRRRI (Armed Forces Radiobiology Research Institute), Bethesda, Maryland.
3. LaTorre Travis, E., 1989, Primer of Medical Radiobiology, Second Edition, Year Book Medical Publishers, Inc., Chicago, Illinois.
4. NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements), October 24, 2001, Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material, NCRP Report No. 138, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland.
5. Prasad, K. N., 1995, Handbook of Radiobiology, Second Edition, CRC Press, Inc., New York, New York.
6. Ricks, R.C., et. al., Eds., 2002, The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness: The Clinical Care of Victims, Parthenon Publishing, New York.
7. American College of Radiology web-sitesi. www.acr.org
8. REAC/TS Radiation Emergency Assistance Center/Training web-sitesi. www.orau.gov/reacts
9. FM 8-9. NATO Handbook on the Medical Aspects of NBC Defensive Operations. 1996.
10. Van Moore, A, et al, Eds., 2002, Disaster Preparedness for Radiology Professionals, response to Radiological Terrorism, Ver. 2.0

TEMEL RADYASYON FİZİĞİ

Prof. Dr. Tülin ARAS
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Radyasyonun Tanımı

Radyasyon basit olarak hareket halinde bir enerji olup, varoluştan bu yana insanlar sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmışlardır. Dünyanın oluşumuyla birlikte tabiatta yer alan milyarlarca yıl gibi çok uzun ömürlü radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal olarak doğal bir radyasyon ortamı oluşturmaktadır. Ek olarak nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile doğal radyasyonda artmalar söz konusudur.

Doğal Radyasyon

Doğal radyasyonun bir kısmını uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturmaktadır. Bunların büyük bir kısmı atmosferden geçerken tutulmaktadır. Yerküreye az bir miktarı ulaşmaktadır. Günlük yaşantımızda kozmik ışınlar nedeniyle maruz kalınan radyasyon dozu yıllık ortalama olarak 0,39 mSv' dir.

Fosil yakıtlar doğal ve uzun ömürlü radyoaktif elementler içermektedir. Bunlar yakıt olarak kullanıldığında doğrudan radyasyona maruz kalınmamaktadır. Ancak yakıldığında bu elementler atmosfere yayılır ve daha sonra toprağa dönerek, doğal radyasyon düzeyinde az miktarda artışa neden olur. Toprakta bulunan kısa ömürlü doğal elementlerle birlikte bunun getirdiği topraktaki radyasyon dozu yıllık ortalama 0,46 mSv' dir.

Vücutta bulunan radyoaktif elementlerden de yıllık ortalama 0,23 mSv radyasyon dozuna maruz kalınmaktadır.

Yukarıda örnekleri görüldüğü şekilde atmosferden, topraktan, alınan gıdadan, vücutta olan doğal radyoaktif elementlerden, solunum yolu ile havadan dolayı insanlar sürekli doğal radyasyona maruz kalmaktadır.

Endüstriyel gelişmeler, tıbbi amaçlı kullanım sonucu birçok yapay radyasyon kaynağı da doğadaki radyasyona eklenmiştir.

Radyoaktif Elementler ve Özellikleri

Doğada bulunan elementlerin atomlarının bir bölümü kararlı, bir kısmı ise kararsız çekirdeklere sahiptir. Kararlı bir çekirdekte proton ve nötronlar birbirine nükleer kuvvetlerle çok sıkı bağlıdır ve hiçbir parçacık çekirdek dışına kaçamaz. Çekirdek dengededir. Çekirdek dengede değilse, kararsız atom ise fazla enerjiye sahip olacak ve parçacıklar bir arada kalmayacaktır. Bir süre sonra bu enerjiyi boşaltacaktır. Kararsız olana radyoaktif çekirdek veya radyoizotop denir. Bunlar fazla enerjilerini kaybedip, kararlı duruma geçmeye çalışır. Bu olaya radyoaktivite veya radyoaktif parçalanma denir. Radyoaktivite kontrol edilemeyen bir

durumdur. Kendinden enerji tükenene kadar, kararlı duruma gelene kadar devam eden bir süreçtir. Radyoaktivite olayı doğal ve yapay olarak iki şekilde olmaktadır.

Radyoaktif izotopların bir diğer özelliği başlangıçta sahip oldukları kararsız atomların sayısının yarıya inmesi için belli bir zamana gereksinimidir. Kararsız atom sayısının yarıya inmesi için geçmesi gereken süre yarılanma süresi olarak ifade edilir. $T_{1/2}$ olarak gösterilir. Radyasyonu ortamda yol alan enerji olarak tanımladığımızda, yapay yada doğal olsun kararlı şekle dönebilmek için dışarı salınan hızlı parçacıklar ve elektromagnetik dalga şeklinde taşınan fazla enerjilerine de radyasyon denir.

Radyasyonun Çeşitleri

Radyasyon elektron, proton gibi parçacıkların oluşturduğu parçacık radyasyon ve fotonların oluşturduğu elektromagnetik radyasyondur. Parçacık ve elektromagnetik radyasyonlar iki gruba ayrılır. Bunlar iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonlardır.

İyonlaştırıcı radyasyon çarptığı maddede yüklü parçacıklar oluşturan radyasyondur. İyonizasyon olayı radyasyonun madde ile etkileşimi sonucu ortaya çıkan bir olaydır. İnsan dahil her türlü ortamda ortaya çıkar. İyonizan radyasyon her türlü canlıya zarar verebilen ve önlem alınması gereken radyasyon tipidir.

Başlıca beş çeşit iyonlaştırıcı radyasyon vardır. Bunlar alfa parçacıkları, beta parçacıkları, x ışınları, gama ışınları ve nötronlardır.

Alfa parçacıkları iki proton ve iki nötrondan oluşan bir helyum çekirdeğidir ve pozitif yüklüdür. Bu tip parçalanma daha çok yüksek atom numarası olan izotoplarda görülür. Bunlar diğer radyasyon çeşitlerine göre daha fazla elektrik yüküne sahiptirler. Alfa parçacıkları madde içinden geçerken yolları üzerinde yoğun bir iyonizasyon oluşturur. Enerjilerini kısa sürede kaybeder. Bu nedenden ötürü hem dalga boyları kısadır, hem de kağıt gibi kalınlığı az olan bir materyalle durdurulur.

Beta parçacıkları elektron ile benzer pozitif veya negatif yüklü ışınım özellikleri olan ve çekirdekten yayılan parçacıklardır. Bunlar belli bir kütle ve yüke sahip olduklarından madde içinden geçerken yolları üzerinde iyonlaşmaya neden olurlar. Bu iyonlaşma alfa parçacıklarının oluşturduğuna göre daha azdır. Bunlar alfa parçacıklarına göre daha hafif ve daha fazla giricilerdir. Alfa parçacıklarına göre daha kalın, ince bir alüminyum levha bunları durdurur.

X ışınları, görünür ışık dalgaları ve mor ötesi ışınları gibi dalga şeklindedir. Bir atoma dışarıdan gelen yüksek enerjili elektronlar o atomun ilk halkalarından elektronlar koparır, atomdan kopan bu elektronun yerine daha yüksek seviyelerden elektronlar atlayarak, kopan elektronun yerini doldurur. Bu sırada ortaya çıkan enerji fazlalığı x ışını şeklinde dışarı salınır. Çekirdekteki proton hareketi sırasında atomun ilk halkalarındaki elektronu yakalayıp nötrleştirir, bu sırada yakalanan elektronun halkasındaki boşalan yere diğer bir halkadan elektron atlamasıyla x ışını oluşabilir.

Gama ışınlarının kaynağı atom çekirdeğidir. Bozunumlar sırasında çekirdek hemen kararlı duruma geçemez. Fazla kalan çekirdek enerjisi gama ışını denilen bir elektromagnetik radyasyon şeklinde dışarı salınım yaparak, temel seviyeye veya daha düşük enerjiye

dönmek ister. Gama ışınları x ışınları ile aynı özellikleri taşır. Madde içinde dolaylı yoldan etkileşime neden olup, iyonizasyon yaparlar. Elektriksel yükleri yoktur.

Nötronlar yüksüz parçacıklardır. Herhangi bir madde içine kolaylıkla penetre olurlar. Doğrudan iyonlaşmaya neden olmazlar. Durdurulmaları kalın beton ile olabilir.

Radyasyon ile İlgili Birimler

Curie; radyoaktivite ölçümü için kullanılan aktivite birimidir.

Bir diğer radyoaktivite miktar birimi becquerel'dir. Bq şeklinde ifade edilir.

Röntgen; x ışını ve gama ışını tarafından havada oluşturulan iyon miktarıdır. R ile gösterilir.

Rad; herhangi bir tip radyasyonun madde tarafından absorbe edilen radyasyon doz birimidir.

Rem; ölçülmüş radyasyon ışımasının biyolojik etki oluşturan doz eşdeğeridir.

Gray; absorbe edilen doz miktarı birimidir. Gy şeklinde gösterilir.

Sievert; doz eşdeğeri miktar birimi olarak türetilmiştir. Sv olarak gösterilir.

RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Doç. Dr. Emel ÖZTÜRK
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Giriş

X-ışınlarının ve radyoaktivitenin ilk keşfedildiği yıllarda, herhangi bir tehlikenin varlığından kimse şüphelenmiyordu. Işığa benzeyen ancak görülemeyen, beş duyuyla saptanamayan bir ışının zararlı olabileceği kimsenin aklına gelmiyordu. Ancak sonraki yıllarda, özellikle X-ışınları ve radyoaktiviteyle deneyler yapanlarda ciddi etkilerin ortaya çıkmasıyla radyasyonun zararlarının farkına varıldı ve radyasyonun biyolojik etkileri ile radyasyondan korunma ile ilgili bilimsel çalışmalar ve temel kavramlar oluşturulmaya başlandı.

Hücre Hasarı ve Olası Hücresel Olaylar

Nükleer radyasyonla diğer elektromagnetik radyasyonların (ısı, ışık v.s.) başlıca farkı, nükleer radyasyonun enerjisini geçtiği maddeyi aktararak iyon çiftlerini oluşturmasıdır. X ve γ ışınları, uzun mesafeli ve dokuyu penetre edebilirken, partiküler ışınların mesafeleri kısa, penetrasyon yetenekleri azdır. Dokuya birim başına aktarılan enerji miktarı "Lineer Enerji Transferi - LET" olarak adlandırılır. LET ışınının mesafesine bağlıdır. Uzun mesafeli radyasyon (X ve γ ışınları, yüksek enerjili β partikülleri) düşük LET'e sahipken, kısa mesafeli radyasyon (α partikülleri, nötronlar) ise yüksek LET'e sahiptir. İyonize radyasyon hücre ile etkileştiğinde enerjisini hücre içine aktarır. Radyasyonun biyolojik etkileri doku volümüne veya kritik hedefe aktarılan enerji miktarına ve bunu takip eden iyonizasyona bağlıdır. Bundan dolayı aslında LET'e bağlıdır.

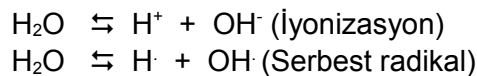
Hücre ölümünden veya hasarından direkt ve indirekt etki olmak üzere başlıca iki mekanizma sorumludur.

1. Direkt Etki

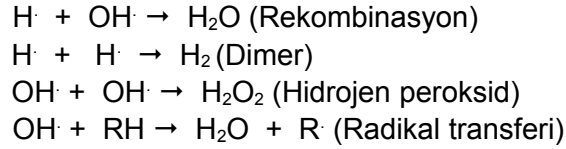
Radyasyonun direkt olarak hücrenin kritik moleküllerini etkilemesidir. Radyasyon hedef atomda iyonizasyona veya eksitasyona neden olarak biyolojik hasara giden bir dizi olayı başlatabilir. Başlıca etki bağ kırıkları şeklindedir. Direkt etki yüksek LET radyasyonların başlıca etki tipidir. Çünkü geçtiği yol boyunca iyonizasyon çok yoğundur.

2. İndirekt Etki

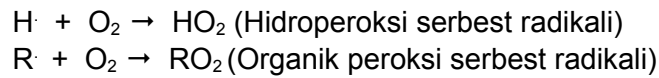
Radyasyon dokuda fazla sayıda olan su molekülleriyle etkileşerek, "serbest radikal oluşumu" olarak isimlendirilen bir dizi kimyasal reaksiyona yol açar. "Serbest radikal" dış yörüngesinde eşlenmemiş elektron içeren atom veya moleküllerdir. Bu tip moleküller kimyasal olarak çok reaktif olup elektrofilitirler. Oluşan reaksiyonlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:



Hidroksil radikali ($\text{OH}\cdot$) oldukça etkin bir oksidan ajandır. Bu basit serbest radikaller oldukça reaktif olmalarına karşın çoğu 10^{-10} sn. de yeniden birleşerek elektronik ve orbital nötrallığı sağlarlar. Ancak fazla sayıda radikal oluştuğunda, nötralleşme işlemi hidrojen radikal dimerizasyonu ve hidrojen peroksit oluşumuyla sağlanır. Radikal hücredeki organik bir moleküle de aktarılabilir.



Ortamda erimiş oksijenin varlığı daha stabil ve uzun ömürlü olan serbest radikal oluşumuna neden olarak reaksiyonu modifiye edebilir.



Basit serbest radikallerin ($\text{H}\cdot$ veya $\text{OH}\cdot$) yarı ömürleri çok kısadır. Çok reaktif olmalarına karşın, oluşum yerlerinden hücrenin çekirdeğine ulaşabilecek kadar varlıklarını sürdüremezler. Ancak, hidroperoksi gibi oksijenden türeyen radikaller nötral forma çabuk dönemezler. Bu uzun ömürlü serbest radikaller hücre çekirdeğine ulaşarak ciddi hasarlara yol açarlar. Serbest radikalın biyolojik bir moleküle aktarılması bağ kopmalarına ve fonksiyon kayıplarına neden olabilir. Ek olarak, organik peroksi serbest radikali radikalın molekülden moleküle aktarılmasına yol açabilir. Bu nedenle tek bir iyonizasyondan veya bağ kırığından daha fazla olan kümülatif etki oluşur.

Biyolojik etkiler, serbest radikallerin diğer kimyasal bileşiklerle etkileşmesi ve bunun sonucunda kritik hücre komponentlerinde hasara yol açmasıyla gerçekleşir. Bu etkileşimler sonucunda hücre fonksiyonları inaktive olur veya hücrenin genetik materyali etkilenir .

Moleküler Reaksiyonlar

Hücre büyük oranda su içerir. Yukarda yazıldığı gibi iyonizasyon moleküler değişikliklere ve kromozomda hasara neden olabilen kimyasal ürünlere yol açar. Bu hasar hücre ölümünün tersine hücrenin yapı ve fonksiyonunda bozulmaya neden olur ve radyasyon hastalığı, katarakt veya uzun süreçte kanser gelişimi gibi klinik semptomlara yol açar. Radyasyon hasarına yol açan süreçler karmaşık olmasına karşın, genellikle dört basamakta oluştuğu düşünülür.

1. Başlangıç Fiziksel Faz

Çok kısa sürede (10^{-16} sn.) gerçekleşir. Hücrede absorblanan enerji iyonizasyona yol açar.

2. Fiziko-kimyasal Faz

10^{-6} sn. sürer. Oluşan iyonlar diğer su molekülleriyle etkileşerek H^+ , $\text{OH}\cdot$ iyonları ile radikallerinin ve hidrojen peroksit gibi şiddetli oksidan ajanların oluşumuna neden olur.

3. Kimyasal Faz

Birkaç saniye sürer. Bu süreçte oluşan reaksiyon ürünleri hücrenin önemli organik molekülleriyle etkileşir. Serbest radikaller ve oksidan ajanlar kromozomların yapısındaki kompleks molekülleri etkileyebilir.

Hücre içinde proteinlerin etkilenmesi hücrede çok fazla sayıda olduklarından önemli değildir ve hızla yerine yenileri yapılır. Eğer hücre membranı hasarlanırsa, çeşitli moleküllere geçirgenliğin artmasına yol açar. Sinir hücrelerinde ise elektrik impulslarının iletimini etkiler. Çekirdek membranındaki etkilenmede ise hücre bölünme yeteneği ve canlılığı etkilenir.

Ancak hücredeki en önemli etki DNA molekülünün etkilenmesiyle oluşur. Çekirdek radyasyona sitoplazmaya göre 100 kat daha duyarlıdır. Çünkü gerçekte hücreler DNA molekülünün sadece bir veya iki kopyasına sahipken, diğer moleküller çok fazla sayıdadır ve kolaylıkla yeniden üretilirler. Başlıca 3 tip kromozom hasarı söz konusudur:

1. DNA Baz Hasarı

En sık hasar tipidir. Hızla tamir edilebilir. Eğer tamir edilmeden kalırsa , fonksiyonu bozulmasına rağmen, hücre canlılığını sürdürebilir ve bölünebilir.

2. Tek Zincir Kırıkları

Serbest OH radikali ile kolaylıkla oluşur ve çok çabuk tamir edilebilir. Bu hasar tipi diğer ikisine göre daha önemsizdir.

3. Çift Zincir Kırıkları

En ciddi hasar tipidir. Tek bir olayla olabileceği gibi iki ayrı olayla da oluşabilir. Eğer çift zincir kırıkları tamir edilmezse kırık uçları kırılmış veya kırılmamış kromozomlara yapışır. Buda kromozom aberasyonlarına (fragmanlar, ringler, disentrik, inversiyonlar v.s.) yol açar. Disentrik kromozom radyasyona özgü bir aberasyondur.

Hücre bölünmesi sonrasındaki hücrenin yaşamı, ancak yeni hücre kromozomların hepsine sahipse mümkündür. Bir hücrenin uygun olarak bölünebilmesi için tek sentromere sahip olması gerekir, herhangi bir kromozomal aberasyonun varlığı kromozomların uygun olarak dağılımını engeller ve bölünme sırasında hücre ölümüyle sonuçlanır. Hücre ölümü tamir olmamış tek zincir kırıklarında veya DNA baz hasarlarında da olabilir. Çünkü bunlarda mitoz sırasında yetersiz DNA duplikasyonuna yol açarlar. Çekirdek membran hasarının da mitoz sırasında kromozomların davranışlarını etkiledikleri bilinmektedir.

Normalde hücreler bir kısım serbest radikalleri yok edebilecek yetenektedirler. Ancak oluşan serbest radikal sayısı hücrenin kapasitesini aştığı takdirde biyolojik etkiler oluşur.

Hücre Düzeyindeki Etkiler

Hücresel düzeydeki etkiler şu şekilde özetlenebilir:

1. Tamir

Hasarlanan hücre kendini tamir eder ve kalıcı hasar oluşmaz. Bu tip sonuç genellikle düşük dozlarda, düşük LET radyasyonlarda oluşur.

2. Hücre Ölümü

Doğal hücrelerde olduğu gibi hücre ölür ve genellikle normal biyolojik yanıt olarak yeni hücre yerini doldurur.

3. Mutasyon

Hücrenin bölünmesinden sorumlu yapılarda (DNA) değişiklikler olur. Geç dönemde kanser gelişimine yol açabilir.

Doku Düzeyindeki Etkiler

Tüm hücreler radyasyondan aynı oranda etkilenmezler. Bir kısmı diğerlerine göre radyasyona daha duyarlıdır. En radyo-duyarlı hücreler:

- Işınlanma anında bölünme aşamasında olanlar
- Yaşam siklusları boyunca bölünme sayısı fazla olanlar
- İndiferansiye olanlardır.

Tersine sinir hücreleri gibi üst düzeyde diferansiyasyon gösterenler, bölünmeyenler radyasyona daha dirençlidirler.

Dokular radyasyona maruz kaldıklarında yanıtları farklılıklar içerir. Çok sayıda faktör bu yanıtları etkiler. Bunlar:

1. Hücrelerin Tipi:

En radyo-duyarlı hücre ve dokular:

- Overin ve Testisin germinal hücreleri (oogonia,spermatogonia)
- Hematopoetik dokular: Kırmızı kemik iliği, dalak, lenf nodları ve timus.
- Gastrointestinal sistemin epitelyal hücreleridir.

En radyo-dirençli dokular:

- Kemik
- Karaciğer
- Böbrek
- Kartilaj
- Kas
- Sinir dokusudur.

2. Radyasyonun LET'i:

Düşük LET radyasyonda, hücre ölümü açısından en hassas hücre siklusu mitozdur.Özellikle kromozom duplikasyonunun gerçekleştiği erken evreler daha kritik fazlardır. Yüksek LET radyasyonda, hücre siklusunun tüm fazları eşit olarak hassas görünümündedir. Hücre hasarı oranı daha fazladır.

3. Hücredeki Oksijen Seviyesi:

Oksijen radyasyon hasarını arttırmaktadır. Dokudaki oksijen basıncının azaltılması düşük LET radyasyondan korur, ancak Yüksek LET radyasyonda yanıt bu faktöre çok bağlı değildir.

4. Doz Hızı ve Fraksiyonizasyon:

Özellikle düşük LET radyasyonda, ışınlama hızı (akut, protrakte veya fraksiyone) önemlidir. Dozlar arasında belli bir zaman periyodu varsa bu tip ışınlanma fraksiyone, bir süreçte sürekli olarak düşük dozda ışınlanma protrakte olarak adlandırılmaktadır. Radyasyon ne kadar düşük hızlarda ise ve ışınlanmalar arasındaki süre ne kadar uzunsa, hücrenin tamir mekanizmaları o kadar etkin olmakta ve biyolojik sistemler dirençli hale gelmektedirler. Yüksek doz hızların da DNA da çift zincir kırık olasılığı daha yüksek olup, bunların tamir edilebilme olasılıkları daha düşüktür.

5. Işınlanan Volüm:

Işınlanan sistem veya organın miktarı, radyasyona yanıtı ve iyileşme hızını etkiler. Hematopoetik veya deri gibi bazı sistemler için yanıt ihmal edilebilir düzeyden, çok ciddi hasarlara kadar değişebilir. Derinin küçük, yüzeysel alanları çok yüksek dozda radyasyonları ciddi bir harabiyet olmadan tolere edebilir.

6. Isı:

Yüksek ısıdaki bir çok hücreler radyasyon duyarlı iken, bir çok kromozom aberasyonu düşük ısılarda artmaktadır. Bunu en olası nedeni düşük ısıda tamir işlevinin supresyonudur. Hücre ölümü açısından yüksek ısıdaki hücreler daha radyo duyarlaştırmacıdır.

7. Kimyasal Modifikatörler:

Bir çok kimyasal ajanın radyasyona maruz kalmadan önce alındığında hasarı azalttığı (radyoprotektif / radyokoruyucu) veya arttırdığı (radyosensitif / radyoduyarlaştırıcı) bilinmektedir. Purine veya primidin analogları, actinomycin D, Nitroimidazoller, 5 thio-D glikoz, butirik asit başlıca bilinen radyoduyarlaştırıcılar, tioller, alkol, morfin, trankilizanlar, epinefrin, siyanid, nukleik asitler, sodyum florasetat, melitin, bakteriel endotoksin, siklik AMP başlıca bilinen radyokoruyuculardır. Ancak bunların bir çoğu toksik olup, saptana bilinen etkileri ancak tolerans sınırına yakın dozlarda izlenebilmektedir.

Organ/Sistemler Üzerindeki Etkiler

Hücre hasarı sonucu radyasyonun insan vücudundaki etkileri somatik ve genetik (Hereditör) olmak üzere iki gruba ayrılır.

1. Somatik Etkiler

Vücut hücrelerinin hasarı nedeniyle oluşur ve sadece radyasyona maruz kalan bireyde ortaya çıkar. Somatik etkiler somatik **non-sitokastik** (deterministik,) ve **sitokastik** (non determinant) olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır.

▪ **Somatik Non-Sitokastik Etkiler**

Vücudun geniş bir alanının yüksek doz radyasyona maruz kalmasıyla ortaya çıkar. Etki ancak belli bir doza ulaşıldığında ortaya çıkar, yani eşik bir değer söz konusudur. Bu eşiğin altında herhangi bir etki gözlenmez. Doz arttıkça etkilenen birey sayısı ve etkinin şiddeti artar.

Somatik non-sitokastik etkiler erken ve geç dönem etkiler olmak üzere ayrıca iki kategoriye ayrılır.

Erken etkiler dozdan sonraki ilk yıl içinde ortaya çıkar, ölen hücre sayısına, hasarın tamir edilme oranına ve etkilenen hücre grubunun dönüşüm hızına bağlıdır. Eritem, epilasyon, pulmoner pnömoni ve radyasyon hastalığı bu tip etkilerdendir. Genel olarak dozun fraksiyone veya protrakte uygulanması doku direncini artırır.

Geç etkiler ise bir yıldan sonra ortaya çıkar. Başlangıçtaki hasar ve tamir mekanizmalarının bozulması nedeniyle. Keratozis, fibrozi, pulmoner fibrozis, katarakt, infertilite ve endarterit bu tip etkilerdendir. Somatik geç etkiler fraksiyone veya protrakte ışınlanmadan etkilenmez, sadece total dozla orantılıdır.

• **Somatik Sitokastik Etkiler**

Birkaç hücrenin veya sadece tek bir hücrenin hasarından dolayı gelişebilir. Bir eşik değeri yoktur, çok düşük dozlarda bile gerçekleşebilir. Lösemiler, kanserler (Akciğer, meme, tiroid, kemik ve deri), genetik mutasyonlar bu tip etkilerdir. Oluşan mutasyonların veya kanserlerin doğal olarak oluşanlardan farkı yoktur. Dozun artmasıyla etkinin şiddetinde herhangi bir artış izlenmez ancak insidans artabilir. Örneğin Lösemi 0.01 Gy lik bir ışınlama ile oluşabileceği gibi 1 Gy le de gelişebilir. Fakat Lösemi aynıdır ve daha yüksek dozla ışınlanan birey daha çok hastalanmaz veya daha erken ölmez.

Kanser gelişimini etkileyen en önemli faktörler yaş, cinsiyet ve genetik yatkınlıktır. Gençlerde risk daha yüksektir. Kadınlarda meme kanseri gelişme riskinin fazlalığı nedeniyle total risk daha fazladır. Fanconi veya Down sendromlu kişiler radyasyon kanseri geliştirmeye daha yatkındırlar.

İşinlanma ile malignitenin gelişimi arasında latent bir periyot vardır. Latent periyot genelde lösemide 25 yıl olarak kabul edilirken diğer solid tümörlerde 10 yıl civarındadır.

2. Genetik Etkiler

Üreme hücrelerinin kromozomlarının radyasyon nedeniyle hasarı sonucu gelişir. Bu etkinin oluşması için ışınlanan ve hasarlanan hücre yaşamalı ve döllenme işlemini gerçekleştirilmelidir. Hasar bireyde değil, çocukların da gözlenir ve sonraki kuşaklara da aktarılabilir. Sitokastik tipte etkilerdir. Bu tip etkiler kendilerini genetik mutasyonlar, doğumsal

defektler veya bireyin nesillerindeki diğer etkiler olarak kendini gösterir. Kanseri gelişiminde olduğu gibi bu tip mutasyonların da doğal gelişimlerden bir farkı yoktur. İnsanlarda genetik doğal defektlerin oranı yüksek olduğundan radyasyona bağlı gelişimleri ayırt etmek zordur.

Sistemik Etkiler

• Hematopoetik Sistem

Hematopoetik sistem ve ilişkili lenfoid dokudaki hücreler organizmada radyasyona en hassas hücrelerdir. Kemik iliğindeki stem cell ise en hassaslarıdır. Dolaşımdaki eritrositler ve plateletler ise büyük olasılıkla çekirdeksiz olduklarından rölatif olarak daha dirençlidirler. Dolaşımdaki lenfositlerde radyasyona oldukça duyarlı olup, düzeylerindeki düşmeler radyasyonla ışınlanmayı ve dozun miktarını yansıtır. 10 cGy gibi düşük dozlarda bile dolaşımdaki lenfosit sayısı düşer.

Radyasyon, kan üreten organlardaki prekürsör hücrelerin ölümüne yol açar. Dolaşımdaki hücreler dirençli olgun hücreler olduklarından ilk birkaç gün - hafta içinde düzeylerinde azalma izlenmez. Sadece doğal ömürleri tamamlandıktan sonra hücre düzeyleri azalmaya başlar. Çünkü bu basamakta hasarlanmış kemik iliği replasman işlevini yapamaz. Bunun sonucunda gelişen pansitopeni (tüm hücre serilerinde azalma) nedeniyle; kanama (trombositlerdeki azalma nedeniyle), enfeksiyona eğilim ve düşük immünite (beyaz hücre depresyonu nedeniyle) ve anemi (eritrosit sayısındaki azalma nedeniyle) oluşur.

• Üreme Sistemi

Üreme sistemi hücreleri radyasyona çok hassastır. Erkeklerde stem hücreler ve prolifere olan spermatogonia oldukça duyarlı iken, spermatidler ve olgun spermiler daha dirençlidir. Testisin hormon ve sekonder sex karakterlerinin gelişiminden sorumlu interstisyel hücreleri de dirençli hücrelerdendir. Bu nedenle 600 cGy gibi steriliteye yol açan dozlarda bile potansta, sekonder erkek karakterlerinde değişiklik olmaz. Olgun spermiler radyasyona dirençli olduklarından, sterilite hiç bir zaman radyasyon dozundan hemen sonra gözlenmez. Ancak kalıtsal genetik hasara yol açabilirler. Sterilite ise ancak birkaç ay sonra gelişir. Erkeklerde 0.1 Gy gibi düşük dozlardan birkaç ay sonra geçici sterilite oluşur. Sperm sayısı 1-2 yılda normale yaklaşır. İnfertilite süresi artan dozlarda artar. Diğer somatik etkilerin tersine fraksiyone veya protrakte dozların kalıcı steriliteye yol açma olasılığı daha yüksektir.

Kadınlarda radyasyon hem ovumu hem de olgunlaşan follikülleri etkiler. Bu hormon üretimini azaltır. Bundan dolayı kadınlardaki radyolojik steriliteye, menapoz ile sekonder sex karakterlerinde etkilenme eşlik eder. Kalıcı steriliteye yol açan doz oranı kadının yaşına bağlıdır. Genç kadınlar da daha yüksek dozlarda sterilite oluşurken ileri yaşlarda düşük dozlarda bile sterilite gelişebilir.

• Gastrointestinal Sistem

Gastrointestinal mukozayı kaplayan epitel hücreleri kısa yarı ömürlü olup, hızla yenilenmelidirler. Kript hücreleri çok hızlı bölünerek, bu hücrelere farklılaşır ve bunların yerini alır. Bu hızlı bölünme nedeniyle de radyasyona çok duyarlıdırlar. Radyasyonla

ışınlanmadan sonra bu yenilenmeyi sağlayan stem hücrelerinin kaybı nedeniyle dökülen hücrelerin yerine yenileri yapılamadığından bir süre sonra barsak yüzeyinin bütünlüğü bozulur ve ülserler meydana gelir. Hasarın fizyolojik sonuçları etkilenen gastrointestinal bölgeye ve genişliğine bağlıdır. İnce bağırsaktaki etkiler; ülserler, fonksiyon kayıpları (emilim bozuklukları, sıvı kayıpları) ile septik infiltrasyonlar, kalın bağırsaktaki etkiler; su ve elektrolit kaybı ile diyare, üst gastrointestinaldeki etkiler; kusma, asid ve pepsin sekresyonunun azalması, farenks ve özefagusun etkilenmesinde ise ağız kuruluğu, yanma ve peteşiler oluşur.

- **Deri**

Deri nispeten radyasyona dirençlidir. Sonuçlar total doza, doz hızına ve radyasyonun kalitesine bağlıdır. Derideki başlıca etkiler eritem ve geçici epilasyondur. Yüksek dozlarda, kalıcı epilasyon ile damar, ter ve yağ bezleri gibi suborganların hasarı söz konusudur.

Derini radyasyona yanıtı “Radyasyon Dermatiti” olarak tanımlanır. Etki birbirini takip eden ve doza bağımlı olan bir dizi süreçten oluşur. Bu yanıtlar,

- a. **Başlangıç Eritemi:** Histamin salınımının oluşturduğu kapiller dilatasyon nedeniyle birkaç gün içinde kızarıklık oluşur. Beta radyasyonunda eşik değer 200 cGy iken, x-ışınında 1000 R'dir.
- b. **Kuru Dökülme:** Birkaç gün sonra epidermis yağ ve ter bezlerinin sekresyonlarının azalması ve vasküler hasar nedeniyle solar ve dökülür.
- c. **Eritema Proper:** Üç ile dört hafta sonra ağrı, yanma ve ödem gelişir. Bunun nedeni ince vasküler yapılarıdaki obstrüksiyonlardır.
- d. **Islak Dökülme:** 2000 R gibi yüksek dozlarda epidermiste blister oluşumu, kalıcı epilasyon makrofaj infiltrasyonu ile ödem gelişir. Bunların nedeni damar ve bağ dokusundaki hasardır.
- e. **Nekroz:** Çok yüksek dozlarda, eritema properdan sonra derminin destrüksiyonu veya geç dönemde arteriollerdeki obstruktif hadiseler, enfeksiyon ve subkutan yağ-hücre destrüksiyonu nedeniyle oluşabilir.
- f. **Geç Etkiler:** Yüksek dozlarda bir yıl sonra dermal atrofi, derin fibrozis, hiperpigmentasyon ve kuruluk izlenir. Çok yüksek dozlarda (birkaç bin cGy) obliteratif endarterit nedeniyle gelişen nekrotik hasar uzuv kayıplarına yol açabilir.

Düşük dozlarda, kronik ışınlamalar hiperkeratoza, derinin zayıflaması nedeniyle sık ülserasyona, iyileşme problemlerine, radyojenik kanserlere (özellikle squamous cell carcinoma) yol açar.

- **Mukoz Membranlar**

Başta ağız farenks ve özefagus olmak üzere radyasyona duyarlıdırlar. Işınlanmadan sonraki iki hafta içinde; ağızda kuruluk, ağrı ve peteşiel ülserasyonlar, üçüncü haftada dilde şişme ve mucus sekresyonunda artış oluşur. Bu süreçleri ağız boğaz ve dilin psödomembranlarla kaplanması ve fibrozis ve ülserasyonlar izler.

- **Santral Sinir Sistemi**

Radyasyona dirençli bir sistemdir. Ancak çok yüksek dozlarda etki oluşabilir. Başlıca etki nedeni damar sisteminin etkilenmesi ve sistemin kanlanması bozulmasıdır.

- **Fetus**

Fetus çok sayıda üreme yeteneği olan, undiferensiye hücreden oluştuğundan radyasyona çok duyarlıdır. Etkiler düşük dozlarda oluşabilir ve eşik değeri yoktur (sitokastik). Etkilerin tipi ve şiddeti sadece doza ve hızına bağlı değildir. En önemli belirleyici faktör gebelik yaşıdır. Döllenmeden sonraki ilk 10 günde 'ya hep ya hiç kuralı' geçerlidir. Bu dönemdeki ışınlamalarda embryo ya ölür ve spontan abortus olur veya hiçbir etki oluşmaksızın normal gelişimine devam eder. Organogenezis döneminde ki ışınlamalar kongenital malformasyonlara yol açar. Bu malformasyonlar doğal olarak gözlenenlerden farklılık göstermez. Eğer malformasyonlar şiddetli ise intrauterin ölüme yol açar. Organ gelişiminden sonraki dönemdeki ışınlamalar gelişme geriliklerine ve iskelet malformasyonlarına neden olur. 8-15.haftalar arasında düşük dozdaki ışınlamalar zihinsel engellere yol açabilir.

- **Göz Lensi**

Lensin etkilenmesiyle katarakt gelişir. Lensin posterior yüzünde gelişir ve diğer nedenlerle gelişen kataraktlardan farklılık gösterir. Akut dozlardan 2-35 yıl sonra (ortalama:8 yıl) gelişir. Düşük LET radyasyonda eşik değeri 2 Gy, Yüksek LET 'te 0.75 Gy dir.

RADYASYONUN PSİKOLOJİK ETKİLERİ

Doç.Dz.Tbp.Yb. Kemal Nahit ÖZMENLER
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Giriş

Geçen yüzyılın tecrübeleri savaş ya da kaza olsun nükleer bir patlamanın sonuçlarının bir “felaket” olduğunu göstermiştir. Nükleer patlama, bir felaketin taşıdığı travmatik unsurlar yanısıra gözle görülmez, sakınması güç, etkilerinin neler olabileceği çok da net olmayan, sürekliliği olan radyoaktif ışınımı da beraberinde getirmektedir. 20 nci yüzyılın nükleer tecrübeleri, öncelikle Hiroshima ve Nagasaki’ye atılan atom bombalarına, Brezilya Goiania ve Ukrayna Chernobyl nükleer kazalarına, Amerika Birleşik Devletleri Ordusunda yapılan bir dizi deneylere dayanmaktadır.

Bu tecrübeler ve diğer “felaketler” karşısında insan tutum ve davranışları incelendiğinde nükleer bir savaşın insanın ruhsal organizasyonu üzerindeki olası etkileri birkaç başlık altında toplanabilir.

1. Radyasyonun nöronlar ve nöral network üzerindeki doğrudan etkileri
2. Radyasyonun bedenin diğer kısımları üzerinde yarattığı tahribatın dolaylı olarak merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri
3. Travmatik yaşantının (sınırlarını kontrol etme ve sakınmanın diğer birçok afet türüne göre daha güç olduğu düşünülebilir) ruhsal etkileri
4. Atom bombasının etki alanının genişliği ve travmanın toplumsal düzen açısından yaratacağı sonuçlar göz önüne alındığında ortaya çıkabilecek toplumsal değişikliklerin bireyin ruhsal yapısı üzerine olan etkileri

Hiroshima ve Nagasaki’ye atılan atom bombalarının yarattığı ruhsal tepkiler az sayıdaki çalışmada ele alınmış ve bu olgularla ilgili ilk yayın 1979 yılında yapılmıştır. Travmatik yaşantılar ve ruhsal sonuçlarının ele alındığı çalışmalara geçen yüzyılın ilk çeyreği sonlarında rastlanmakla birlikte travma ve travma sonrası ruhsal bozuklukları içeren çalışmalar son 2-3 dekadda yoğunlaşmaktadır. 1979’da yapılan yayında, Japonya’da Omura Hastanesinde patlamayı takip eden dönemde patlama sonrası 2-3. haftalarda, bir ay sonra ve 3-4 ay sonra yapılan gözlemlere dayanan psikiyatrik bulgular, başlangıç döneminde 50 hastadan yalnızca 4’ünde ruhsal problemlerin görüldüğü ele alınmaktadır. Bu olgularda, atom bombasının termal etkisine maruz kalanlarda nevrasteniye benzer semptomlar görüldüğü, ileri dönemlerde ise hastaların nevroz geliştirmeye eğilimlerinin arttığı bildirilmiştir. İleri dönemdeki etkilerin daha ziyade radyasyonun indirekt etkileri ile ilgili olabileceği üzerinde de durulmaktadır. Olguların değerlendirilmesinde, o dönemde psikiyatrik bozukluklara yönelik sistematik sınıflandırma farklılıklarının, travma sonrası semptom tanımlamalarındaki farklılıkların da etkili olabileceğini yazara düşündürmüştür.

Akut radyasyon hastalığı, atom bombasının insanın ruhsal organizasyonu üzerindeki doğrudan iyonize ışın etkisinin tanımlar. Bu dönemde, olguların, daha ziyade fizik muayene ve laboratuvar bulgularının eşlik etmediği yorgunluk, halsizlik, bitkinlik halinden, “ölü gibi

olmak”tan yakındıkları, apati hali ya da dezorganize davranışlar gösterdikleri bilinmektedir. Burada radyasyonun hematolojik etkileri ile sinir hücre membranlarında doğrudan etkilerine bağlı olarak otonom sinir sisteminde ortaya çıkan değişikliklerin semptomlara yol açabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca travmatik olayın yarattığı ciddi kayıpların da (yakın kaybı, sosyal desteklerin bozulması, diğer bedensel kayıplar gibi) depresif spektrumda bir tablo yaratabileceği ileri sürülmektedir.

Hiroshima ve Nagasaki atom patlamalarına yönelik psikiyatrik araştırmalar olaydan yıllar sonra yapılmıştır. Olayı yaşayanlarla yapılan görüşmelerde kayıpların kompensasyonu, sosyal yalnızlık gibi birçok faktörün anıları renklendirdiği de fark edilmiştir. Bununla birlikte patlamayı yaşayan insanların, patlama anını şaşkınlıkla karşıladıklarını, gayri ihtiyari yere çöküp, gözlerini kapayarak uyarandan kaçınmaya çalıştıklarını, bazılarının ise daha sonra yüzlerini patlama yönüne çevirerek neler olduğunu anlamaya çalıştıklarını tanımladıkları görülmüştür. Patlamanın blast etkisi ile ilk birkaç dakika zihinsel bulanıklık yaşadıkları, bunun ardından kaçma girişimleri olduğu ancak karar vermede güçlük yaşadıkları tanımlanmaktadır. çoğunluğu, kendilerini güvende hissettikleri bir yere varana kadar, amaçsız olarak kaçışan kalabalığı takip ettiklerini belirtmişlerdir. Pek çoğu olaydan sonraki gün önemli ölçüde yatıştığını ileri sürmüştür. Ancak olaydan 1-3 hafta sonra radyasyon hastalığının başladığını, bu tabloda çoğunlukla yüksek ateş, kanamalar, saç kaybı ve yorgunluk görüldüğünü, açıkça fiziksel yaralanması olmayan insanların ölmeye başlamasının kendilerinde çok yoğun kaygıya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Radyasyonun uzun dönemdeki en önemli etkisi, kanser vakalarında artış, kısırlık ve sosyal değişiklikler sonucu ortaya çıkan yaşam planlarında, beklentilerinde sapmalardır. Suçluluk duyguları, psikosomatik yakınmalar, konsantrasyon güçlükleri, madde kullanımında artış, endişeler, genel yorgunluk hali sık karşılaşılan bireysel yakınmalar arasında yer almaktadır. Radyoaktif kirlenmenin yol açtığı göçler burada önemli bir yer tutmaktadır. Goiania ve Chernobyl kazaları bunlara örnek verilebilir.

1986’da Chernobyl kazası sonrası Kiev Akıl Hastanesi raporunda kendilerine getirilen, radyasyona maruz kalmış 148 personelin 11’inde kazadan 2-4 ay sonra reaktif psikoz tablosunun görüldüğü bildirilmiştir. Chernobyl deneyimi iyonize radyasyonun ruhsal etkilerinin merkezi sinir sistemi üzerindeki diğer biyolojik etkilerinden daha az olduğunu, farklı ruhsal tepkiler arasında da psikotik tabloların daha az görüldüğünü düşündürmüştür.

Bir felaket karşısında insanların gösterdiği ruhsal tepkilere ait sistematik bilgiler ilk olarak 1906’da San Francisco depremi ve yangınından sonra William James tarafından yazılmıştır. 1951’de Tyhurst felaket karşısında ortaya çıkan psikiyatrik fenomeni formüle etmiştir. Üç faz tanımlamıştır. (1) etki/vuruş fazı, (2) geri çekilme fazı, (3) travma sonrası dönem.

Etki fazında gösterilen reaksiyonların otomatik olduğu ve üç ana gruba ayrıldığını belirtmiştir.

1. Birinci grup (olguların % 12-25 kadarı) Serin kanlı davranırlar, tehdidi gerçekçi değerlendirir ve uyarana uygun cevap verirler.
2. İkinci grup (olguların yaklaşık % 70-75 kadarı) Çoğunluğu oluşturdukları için “normal” spektrum olarak da kabul edilebilirler. Şaşırmış, sersemlemiş insanlardır. Sınırlı düzeyde dikkat gösterebilirler, farkındalıkları sınırlıdır. Bununla birlikte gösterdikleri tepkiler uyarana doğru orantılı ve fizyolojik sınırlarda kabul edilebilir.

3. Üçüncü grup (olguların % 10-15 kadarı) Travma karşısında “etkisizleşenler”dir. Belirgin olarak uygunsuz, fonksiyonelliği olmayan tepkiler üretirler. Konfüzyon, korku paralizi, histerik ağlama ve çılgık nöbetleri sık görülür.

İkinci faz toparlanma dönemidir. Genel olarak semptomlarda iyileşme, daha fonksiyonel tepkiler beklenmektedir. Üçüncü gruptakilerin bu dönemde de daha özel desteğe ihtiyaçları vardır. Üçüncü faz (travma sonrası dönem) gece rüyalar, gündüz flash-back’ler halinde tekrarlayan travmatik yaşantılar, anksiyete, kaçınma davranışları ile doludur.

Coldwell, Ranson ve Sacks, Tyhurst’ın formülasyonunu atom saldırısı altında kalanların gösterdikleri tepkilere uyarlamışlardır. Üzerinde durdukları en önemli husus “grup paniği” olmuştur. Ancak bunu tamamen patolojik tutum olarak değerlendirmemişler, travmanın ezici baskısı karşısında topluluğun olası bütün kaçış yollarını deneyebilmesi açısından önemli olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Nükleer patlama ve serpentinin cephedeki asker üstündeki etkileri bir dizi deneysel, kontrollü patlamada araştırılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri Ordusunun gerçekleştirdiği “Desert Rock I, IV, V” olarak adlandırılan deney serilerinde patlama noktasına farklı mesafelerde ve farklı koşullarda yerleştirilmiş askeri birlikler üzerinde bombanın etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla patlama öncesi ve sonrası bir dizi psikometrik ve elektrofizyolojik ölçüm yapılmıştır. Deneylerde elde edilen en belirgin ruhsal tepki anksiyetedir. Daha iyi eğitilmiş, daha iyi bilgilendirilmiş, kendine güvenleri daha iyi ve deneyimli olanlarda anksiyetenin daha az olduğu görülmüştür. Tatbikat günü bir takım psikofizyolojik dengesizlik gösterenlerin daha ziyade eğitim seviyesi düşük gruplarda yer aldığı, ayrıca yüksek eğitilmiş grup üyelerinden diğerlerinden farklı reaksiyon gösterenlerin, ordudaki rollerine ilişkin daha önceden de yoğun güçlükler yaşayanlar olduğu tesbit edilmiştir. Bu deneylerde askerlerin atom bombasının insan vücudu üzerindeki etkilerini kolaylıkla öğrendikleri, eğitimin korkuyu azalttığı, dezorganize davranışlara yol açacak düzeyde korkunun ortaya çıkmadığı, diğer bir deneye katılma konusunda daha gönüllü davrandıkları, kendine güvenin arttığı, teçhizatlarını kullanmada daha yeterli hissettikleri ileri sürülmüştür.

Vineberg Raporu (R. Vineberg, Human Factors in Tactical Nuclear Combat, 1965) nükleer bir savaşın olası psikiyatrik etkileri konusunda kabul edilen bir çalışmadır. Vineberg stres verici bir çok durumu (savaş, bombardıman, doğal afetler, ağır ameliyat, ölümcül hastalıklar gibi) ve bu durumlarda insan davranışlarını gözden geçirerek nükleer savaşla ilgili bir model tanımlamıştır. Vineberg oldukça iyimser bir yaklaşımla değerlendirmekte, iyi eğitilmiş ve yüksek oranda motive askerler ele alındığında bunların en kaçınılmaz ölüm karşısında bile tutumlarının değişmeyeceğini, bu tip askerlerin taktik nükleer bir savaşta da benzer özellikler sergileyeceklerini ileri sürmektedir. Vineberg raporunda, daha büyük stresörün daha çok psikolojik soruna yol açacağını kabul etmekle birlikte, sorun alanında keskin tırmanışların da olmayacağı kanaatindedir. Konvensiyonel savaşta olduğu gibi, psikiyatrik sorunların, savaşa maruz kalma süresi ve yoğunluğa bağlı olarak artan stresin bir fonksiyonu olarak artacağını ancak nükleer boyutun buna çok özel bir katkı sağlamayacağı görüşündedir. Vineberg nükleer savaşın sivil ya da asker toplumların ahlaki, huhuksal ve sosyal kurallarını bozarak toplumsal otorite ilişkisini ortadak kaldıracak boyutta etkilerinin olabileceğine inanmadığını da belirtmektedir.

Vineberg’in iyimser yaklaşımı, daha önceki Clark raporunu önemli ölçüde reddeder niteliktedir. Clark raporunda (DK. Clark, Causalties as a Measure of the Loss of Combat Effectiveness of an Infantry Battallion, 1954), nükleer saldırı altındaki piyade taburunda

başlangıçta etkilenmenin % 4-23 oranında olabileceğini, daha sonra kayıpların bütünüyle ele alınırsa % 40-70 seviyelerine tırmanacağını, ardından bütün birliğin moral açısından çökeceğini ileri sürülmektedir. Yazar, Vineberg'in iyimser tutumunun askeri kaynaklarda halen ön planda tutulduğu, NATO kitaplarında termonükleer savaşın kitle etkisi üzerinde ağırlıklı olarak durulurken, psikiyatrik sonuçlar hakkında ayrıntı olmadığı görüşündedir.

Psikiyatrik Sorunlara Tedavi Yaklaşımı

Savaş, yüksek gürültü, yanık kokusu, sürekli yaşam tehdidi, ölüm, uyku deprivasyonu ve uyaran karmaşası ile karakterizedir. Savaşan grupta “psikolojik şok”, “savaş yorgunluğu” en sık karşılaşılan ruhsal tepkilerdir. Nükleer bir savaşta da benzer tepkilerin ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır. Atom bombasının etkileri dikkate alındığında bunun “felaket yorgunluğu” olarak adlandırılması da yanlış olmayacaktır. Savaş yorgunluğunda olduğu gibi burada da temel kural fizyolojik ihtiyaçların (dinlenme, uyku, yiyecek) karşılanması ve bireysel basit ödevlerle direncin artırılmasıdır. Olay “felaket” tanımı çerçevesinde ele alınırsa tedavide/önlemede eğitim ve hazırlıklı olma önemli görülmektedir.

Psikiyatrik tedavinin hedefi, etkilenen popülasyonun 3/4 kadarını oluşturan ve çoğunlukta olmaları nedeniyle “normal” sınırlarda kabul edilebilecek personele yönelik olmalıdır. Psikolojik şoku atlattırmalarına yardımcı olabilecek basit teknikler kullanılabilir. Daha küçük oranda olan “histerik” grup fonksiyonel olmayan tutumlar sergilemektedir, daha yoğun tıbbi ilgi, sedatif kullanımı gerekebilir. Bu grupta semptomlar daha uzun sürecektir.

Olumsuz ruhsal tepkileri azaltmada önleme ve korunma da önemlidir. Psikik travmada “beklenmedik olma” önemli bir faktördür. Bir çok travmatik olayda “beklenmedik olma hali”nin azaltılması ruhsal etkilenmeyi de azaltmaktadır. Bu aşamada en çok önerilen “kognitif desentizasyon”dur. Olumsuz etkileri azaltmada tekrarlanan gerçekçi deneyimler eğitimin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Atom savaşının blast ve radyasyon etkilerinin yanı sıra, bu savaşa atfedilen yıkıcı tanımlar, söylentiler de insanların korkusunu daha da artırmaktadır. Böylelikle nükleer silahlar varlıkları ile primer psikolojik bir etkiye neden olmaktadır. Körfez savaşında, NBC koruyucu giysi ve maskesi ile siperlerde gergin bekleyişin ruhsal zedelenebilirliği artırdığı bildirilmiştir. Atom savaşının yıkıcılığı karşısında insanların kolektif bir davranış olarak şok-inhibisyon-donup kalma gösterdikleri Hiroshima ve Nagasaki örneklerinde görülmüştür. Atom bombasına atfedilen mitler, fantaziler, bilinmeyen ölümlerin yarattığı terör etkisi, iletişimi yıkan elektormanyetik dalgalar, iletişim eksikliğinin yarattığı söylentiye dayalı haberleşme kolektif tepkileri körüklemiştir.

Nükleer Savaşa Yönelik Harp Psikiyatrisi Tedbirleri

Taktik nükleer başlıkların cephede henüz kullanılmamış olması nedeniyle, atom bombasının savaşan asker üzerindeki etkileri hakkında benzer durumları ele alıp bazı çıkarsamalar yapmak gerekmektedir. Halen kabul gören Vineberg raporu dikkate alınırsa atom savaşında da askeri psikiyatrinin genel ilkeleri koruyucu/önleyici faktörler arasında ön planda yer almalıdır.

1. İyi (yetenekli, bilgili, adil, dürüst, ilgili) bir komutanın varlığı
2. Birlik kohezyonunun (takım ruhu) kuvvetli oluşturulması, disiplin

3. Gerçekçi eğitim (askeri, ne yapacağını, nasıl yapacağını bilerek, silahını tanıyacak tarzda yetiştiren, göreve yönelik, kendine ve diğerlerine güveni pekiştiren)

4. Moral, göreve motivasyon, göreve yönelik ideoloji aşılınmış olma

bir askeri birliğin cepheye hazırlanmasında temel faktörlerdir. Savaşta uyumu kolaylaştırır, ruhsal tepkileri azaltırlar. Bu tutumlar nükleer bir savaşta kaynakların en verimli kullanılmasını sağlayacaktır. NBC savaşın nöropsikiyatrik etkileri çok geniş bir yelpazede tanımlanabilir. Gerçekçi eğitim kısmen kontamine bir alanda sürdürülmelidir. Savaş alanı söylentileri, bilinmeyene olan korkular da bu eğitimde ele alınmalıdır.

Nükleer etkilenme halinde, bu serpintiden en çok zarar görmüş askerlere olabilecek her türlü palyatif tedavi yaklaşımını (narkotik psikotropalar dahil) uygulamaktan kaçınmamak gerekir. Komuta kademelerindekiler ve tıbbi personel etkilenenlerde kusmanın başlamasından sonra kalan yaşam süresini tahminde eğitilmiş olmalıdırlar. Radyasyondan etkilenen askerlere semptomatik tedavilerin yapılması, infeksiyonların önlenmesi önemlidir. Sona yaklaşan askere, kendisini "savaşta payına düşeni yaptığı, önemli bir kurban olduğu"na hazırlamasına yardımcı olunmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Jones FD: Neuropsychiatric casualties of nuclear, biological, and chemical warfare. In Textbook of Military Medicine (Eds. R Zajtchuk, RF Bellamy). the Office of The Surgeon General at TMM Publications, Washington, 1995, 85-111
2. KKT 8-9 Nükleer, Biyolojik ve Kimyasal (NBC) Savunma Harekatının Sağlık Yönleri. KK. Basımevi, 1977
3. Knudson GB: Nuclear, biological, and chemical training in the U.S. Army reserves: mitigating psychological consequences of weapons of mass destruction. Military Medicine. 166. Suppl.2:63-65, 2001
4. Landauer MR, Young RW: Psychological consequences of military operations in low-level radiation environments. Military Medicine. 167. Suppl.2:139-140, 2002
5. Pastel Rh, Mulvaney J: Fear of radiation in U.S. military medical personnel. Military Medicine. 166. Suppl.2:80-82, 2001
6. Revel JP: Meeting psychological needs after Chernobyl: The Red Cross experience. Military Medicine. 166. Suppl.2:19-20, 2001
7. Salter CA: Psychological effects of nuclear and radiological warfare. Military Medicine. 166. Suppl.2:17-18, 2001
8. Tonnessen A, Mardberg B, Weisaeth L: Silent disaster: a European perspective on threat perception from Chernobyl far field fallout. J Trauma Stress 15(6):453-459, 2002

RADYASYONUN DETEKSİYONU, MONİTORİZASYONU VE RADYASYONDAN KORUNMA

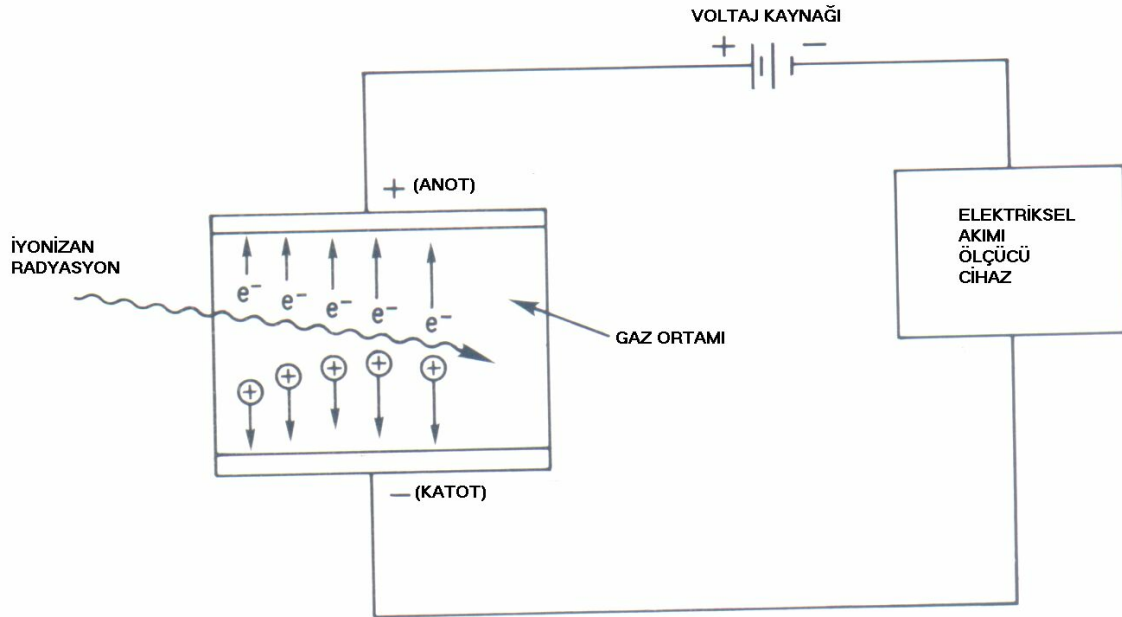
Prof. Dr. Metin KIR
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanı

Giriş

İnsan organizması yüksek düzeyde bile olsa radyasyonu hissedebilme yeteneğine sahip değildir. Bu nedenle insanlar, X ışınının keşfine kadar olan dönemde radyasyonun varlığının farkında değildi ancak, o dönemde kullanılan ve radyasyona maruz kaldığında luminesans veren bazı kristaller aracılığı ile bu gizemli ışınımlar belirlenebildi.

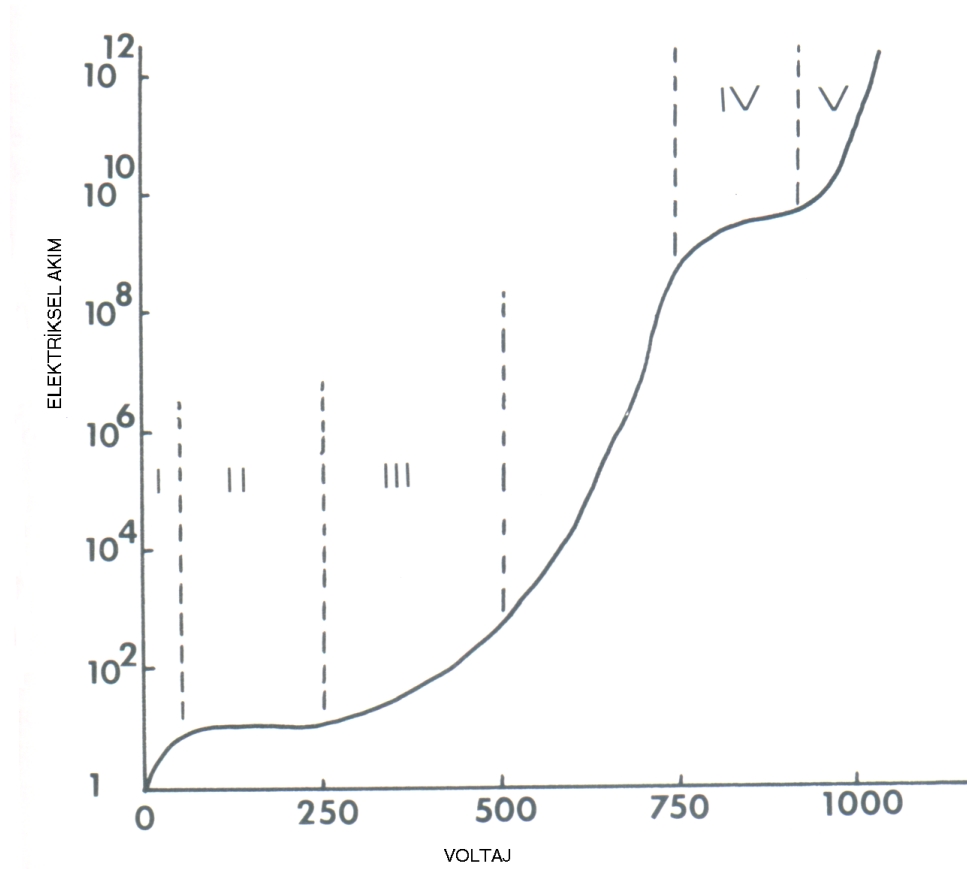
Radyasyonun saptanmasında, 1928 yılına kadar bugün için kullanılmayan bazı ilkel detektörler kullanılmakta iken Hans Geiger içi gaz dolu ortamda oluşan iyonizasyonu elektronik olarak elektriksel impulslara dönüştüren cihazı icat etti. Böylece, radyasyonun belirlenmesinde daha objektif bir ölçüm yöntemine kavuşulmuş oldu.

X ve gamma ışınları, alfa, beta ve nötronlar içinden geçtikleri ortam atomları ile etkileşerek iyonizasyon ve/veya egzitasyon oluşturmaktadırlar. Bu nedenle bu türlerdeki ışınımlara iyonizan radyasyon denilmektedir. Radyasyonun deteksiyonunda da bu iyonizasyon veya egzitasyon olayları kullanılmaktadır. İyonizasyon sonunda serbest kalan elektron kütlelerinin azlığı nedeniyle oldukça hareketlidir. İçi gaz dolu bir kapalı ortamda radyasyonun etkileşimi sonucunda oluşan iyonizasyonu düşünürsek, bu gaz ortamında elektronun serbestçe dağıldığını düşünebiliriz. Ancak bu gaz ortamı bir elektriksel gerilim altında bırakıldığında, uygulanan elektriksel gerilimin şiddeti ile orantılı olarak oluşan iyonlar yükleri ile ilişkili olan elektroda doğru hareket ederler (Şekil-1).



Şekil -1. İçi gaz dolu ortamda çalışan bir detektörün şematik görünümü

Bu şekilde özellikle serbest halde hareketli olarak tanımladığımız elektronlar anoda doğru hareket ederler. Uygulanan gerilimin yüksekliği belirleyici unsurdur (Şekil-2).



Şekil-2. İçi gaz dolu detektörlerde uygulanan elektriksel gerilimin artırılması ile elde edilen elektriksel akımın artışı gösteren grafik. I-Rekombinasyon bölgesi, II- İyon Odası, III-Orantısız Bölge, IV-Geiger Müeller Bölgesi, V-Aşırı Yüksek Voltaj Bölgesi.

İçi gaz dolu ortamda oluşturulan gerilim farkının artırılması ile elde edilen cevap değişmektedir. Bunlar;

1. Rekombinasyon Bölgesi

Oluşan iyonizasyon uygulanan elektriksel gerilimin azlığı nedeniyle belli oranda rekombine olur. Bu konumda çalışan detektör bulunmamaktadır.

2. İyonizasyon Satürasyon Bölgesi

Radyasyonun gaz ortamında oluşturduğu iyonizasyon sayısı ile direkt ilişkili bilgiler elde edilmektedir. İyonizasyon odaları ve doz kalibratörü cihazları bu aralıkta çalışmaktadır.

3. Orantılı Bölge

Bu bölgede oluşan iyonizasyon sonrası serbest kalan elektronlar kazandıkları kinetik enerji ile gaz atomları ile etkileşerek sekonder iyonizasyonlara yol açarlar (gaz amplifikasyonu). Bu durumun çokluğu ya da azlığı uygulanan gerilimin şiddeti ile doğru

orantılıdır. Bu bölgede çalışan cihazlarda helyum argon gibi gazlar kullanılmaktadır ve daha çok olarak alfa ve beta ışınını ölçmek amacıyla kullanılmaktadır.

4. Geiger Müeller Bölgesi

Gaz odacığında gerilimin daha da yükseltilmesi ile iyonizasyonu ve gaz amplifikasyonunun yanısıra gaz molekülleri içinde egzite olmuş moleküller oluşmakta, bunlar ise deeksitasyon sürecinde ultraviyole ışınları yaymaktadırlar. Yayılan bu UV ışınları fotoelektrik olay ile yeniden elektronlar serbest hale getirmekte, bunlar ise yeniden bir elektron kümesinin hareketini doğurmaktadır. Böylece zincirleme bir reaksiyon ortamı doğmaktadır. Bu tür sistemlerde Helyum ve Neon gazları kullanılmaktadır. Oluşan zincirleme reaksiyonun durdurulması için de Klor, brom (Quencher) gibi gazlar eklenir. Sisteme ses veren bir aygıt eklendiğinde sesle uyarı elde edilebilir. Çok hassas olan bu tür cihazlar ile sadece bir ortamda radyasyonun olup olmadığını saptayabilmekteyiz. Işınlama derecesi, ışınlama hızı gibi konularda bilgi elde edilemez. Alan monitörleri ve alan tarayıcıları bu bölgede çalışmaktadırlar.

Sintilasyon Detektörleri

Bir kısım maddeler X ya da gamma ışınına maruz bırakıldıklarında bu ışınların aktardıkları enerjiyi ışık ışınına dönüştürmektedirler. Bu ışınlara sintilasyon fotonu, oluşan bu olaya da sintilasyon olayı denilmektedir. Genellikle inorganik kristal yapısında olan bu maddeler sintilatör olarak adlandırılmaktadır. Organik ve sıvı halde olanları da vardır ve beta ışını detekte etmekte kullanılırlar.

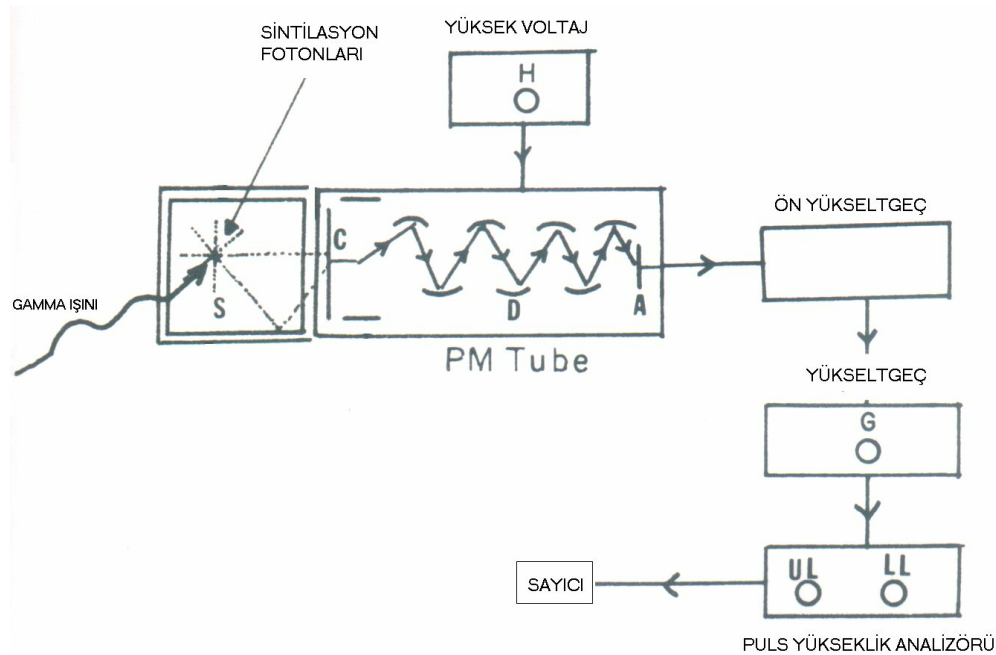
Bir sintilatörün;

1. Yüksek atom ağırlıklı ve yoğun olması,
2. Sintilasyon veriminin yüksek olması,
3. Işığa geçirgen olması,
4. Maruz bırakıldığı radyasyonun aktardığı enerjiyi sintilasyon fotonlarına dönüşümünün hızlı olması,
5. Kararlı ve ucuz olması beklenmektedir.

Bu özellikler göz önüne alındığında talyumla safsızlandırılmış sodyum iyodür kristalleri sıklıkla kullanılan sintilasyon kristalleridir.

Sintilasyon olayı sonrasında oluşan sintilasyon fotonlarını işlemleyebilmek için kristalin bir fototüp (photomultiplier tube–PMT) ile ilişkilendirilmiş olması gerekmektedir. Fototüpler kullanım amacına göre değişik boyut ve geometride camdan yapılmış vakumlu yapılardır (Şekil-3). Fotokatod denilen kısmına çarpan sintilasyon fotonları bu bölgede oluşturdukları fotoelektrik olay ile elektron koparırlar. Serbest kalan bu elektronlar ise aynı tüp içerisinde bulunan, karşılıklı yerleştirilmiş ve aralarında giderek artan orada elektriksel gerilim farkı bulunan özel alaşımdan yapılmış metal plakalar arasında artırılırlar. Böylece sintilasyon fotonları fototüp aracılığı ile elektriksel impuls hale getirilmiş olur. Preamplifikatör ve amplifikatör aracılığı ile elektronik olarak işlemlenebilir hale getirildikten sonra puls yükseklik analizöründe (PHA) sadece saptanmak istenen enerji aralığındaki elektriksel impulsları sayıcı sistemine sayım olarak geçirilmekte diğerleri ise bu devrede ekarte edilmektedir.

Cihazın detekte ettiği ışınların tamamı bir spektrum olarak skalada gösterilebilmesi nedeniyle bu tür cihazlar çok kanallı analizörler olarak da kullanılabilmektedirler (Multichannel Analyser-MCA).



Şekil-3. Sintilasyon Kristali içeren bir detektörün Şeması.

Yarı İletken (Semiconductor) Detektörler

Bir kısım maddeler elektriksel gerilim altında iken radyasyona maruz bırakıldığında bu radyasyonun oluşturduğu iyonizasyon özel düzeneklerle (içi gaz dolu detektörlerde olduğu gibi) elektriksel akım biçimine döndürülebilmektedir. Bu tür detektörler gamma ışını deteksiyonunda sintilatörlere alternatif olarak kullanılmaktadırlar. Sintilatörlere göre çok daha iyi bir enerji rezolüsyonuna sahiptirler. Germanyum gibi bazı maddeler çok soğuk derecelerde işlevsel olabilmektedirler. Bu nedenle kullanımı kısıtlıdır. Oda sıcaklığında kullanılabilenler de vardır.

Dozimetreler

Radyasyonla çalışan kişilerin aldığı radyasyon dozunu belirlemeye ve takip etmeye yarayan cihazlardır.

1. Film Dozimetreler

Bir taşıyıcı içerisinde değişik kalınlık ve yoğunlukta plastik ve metal filtreler ortasına yerleştirilmiş hassas röntgen filminden ibarettir. Belli sürelerde film yenisi ile değiştirilmekte, banyo edilen film üzerinde kararma derecesinden yola çıkılarak kişinin almış olacağı radyasyon dozu toplam olarak belirlenmektedir. Sık kullanılmaktadır.

2. Termoluminesans Dozimetreler

Bir kısım maddeler radyasyona maruz kaldığında aktarılan enerji biriktirilmekte ve yüksek sıcaklıklara çıkarıldığında ise bu enerji luminesans olarak ortama yayılmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda bu luminesans derecesinin belirlenmesi maruz kalınan radyasyon derecesinin belirlenmesini sağlar. Değişik boyut ve geometride lityum florür gibi maddeler özel taşıyıcılara yerleştirilerek radyasyonla uğraşan kişilerce belli sürelerce kullanılarak vücut bölgelerinin almış olduğu toplam radyasyon dozu belirlenir.

3. Cep Dozimetreleri

Küçük boyutta iyon odasıdır. Birikimsel olarak alınan radyasyon dozunun belirlenmesine yarar. Avantajı mevcut skalası yardımı ile kişinin kullanım anında aldığı toplam dozu okuyabilmesine olanak vermesidir.

Radyasyondan Korunma

Radyasyonun bir enerji aktarımı olduğunu biliyoruz. Aktarılan bu enerji belli dozların üstüne çıktığında biyolojik etkiler oluşturmaktadır. Olağan koşullarda bu dozlarda radyasyona ulaşılmamaktadır. Radyasyonla uğraşan kişiler için belirlemiş doz limitleri bulunmamakla birlikte ALARA prensibi gereğince alınan radyasyon dozunun en aza indirilmesine çalışmak esastır.

Eksternal radyasyondan korunmada çok bilindiği gibi radyasyon kaynağı ile meşgul olunan zaman, radyasyon kaynağına olan uzaklık ve radyasyon kaynağı ile kişi arasında bulunan engel (zırhlama) temel faktörlerdir. Doğal olarak kaynağın aktivitesinin yüksek ya da düşük oluşu da alınan radyasyon dozunu direkt olarak etkileyen önemli bir faktördür. Temel faktörleri ele aldığımızda:

1. Zaman

Radyoaktif kaynak ile uğraşılan zaman dilimi alınan radyasyon dozunun azlığı ya da çokluğunu etkilemektedir. Bu nedenle temel olarak kaynakla uğraşılan sürenin olabildiğince azaltılmasına çalışmak korunmada esas olmalıdır.

2. Uzaklık

Radyasyonun şiddeti kaynakla olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Mesafede olabilecek artışlar radyasyon dozunun anlamlı derecede azalmasına yol açacağından, radyasyonla uğraşan kişiler bu durumu göz önüne alarak kaynakla olan mesafeyi olabildiğince uzak tutmaları aldıkları radyasyon dozunu azaltacaktır.

3. Zırhlama

Önemli faktörlerden birisidir. Radyasyonun içinden geçtiği ortamlar ile etkileşimi göz önüne alındığında kaynak ile radyasyon çalışanının arasına koyacağı engel aldığı radyasyon dozunu en aza indirmesine olanak sağlamaktadır. Burada X ve gamma ışını için kurşun gibi yüksek atom ağırlıklı maddeler kullanılmaktadır. Partiküler radyasyonda

alfa ısıını delici özelliği az olduğu için önemli olmamakla birlikte özellikle yüksek enerjili beta ışınları için zırhlamada düşük atom ağırlıklı organik maddeler (parafin, mika vs.) kullanılmaktadır.

İnternal kontaminasyon durumunda radyasyondan korunmada yapılabilecek fazla seçenek bulunmamaktadır. Kontamine olunan maddenin özelliğine göre bu maddenin organizmadan daha çabuk atılımı için girişimlerde bulunulması (idrarla atılan bir madde için diüretik verilmesi vs.), organizmada birikiminin, emiliminin engellenmeye çalışılması gibi önlemler düşünölmelidir. Bu doğrultuda farmakoloji ve toksikolojiden yardım alınması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ramesh Chandra. Introductory Physics of Nuclear Medicine 3rd edition Lae&Fabiger 1987
2. J.A.Sorenson,M.A.Phleps Physics in Nuclear Medicine 2nd edition Grune&Stratton 1987
3. J.t.Bushberg Radiation Protection and Dosimetry Diagnostic Nuclear Medicine A.Gottchalk ve ark. Editörlüğünde Cilt 1 sayfa 164-206 Williams&Wilkins 1988
4. D.J. Simpkin. Gas Filled Ionisation Radiation Detectors in Nuclear Medicine R.E. Henkin ve ark editörlüğünde cilt 1 sayfa 64-73 Mosby 1996
5. M.T.Madsen Scintillation Detectors and Scintillation Detector Counting Systems.
6. Nuclear Medicine R.E.Henkin ve ark editörlüğünde Cilt 1 sayfa 74-84

NÜKLEER PATLAMAMANIN ÖZELLİKLERİ VE KORUNMA YÖNTEMLERİ

Yrd.Doç.Tbp.Yzb. Özgür KARAÇALIOĞLU
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Nükleer ve Konvansiyonel Patlamalar

Birçok yönleriyle konvansiyonel patlayıcılar ve nükleer silahlar birbirlerine benzerlik gösterirler. Her ikisinde de sınırlı bir alanda ortama yüksek miktarda enerji salınımı, bunun sonucunda bir patlama ve ışık oluşumu, ortam ısısı ve basıncının artmasını takiben bir basınç ve şok dalgasının çevreye yayılması söz konusudur. Aralarındaki tek fark konvansiyonel patlamalar sonucunda nükleer radyasyonun oluşmamasıdır. Bu fark nükleer bir patlamayı konvansiyonel bir patlamadan daha güçlü kılar.

Konvansiyonel patlamalarda ortaya çıkan enerji kimyasal bir reaksiyonun sonucudur. Ortaya çıkan enerji moleküllerin yeniden yapılanması sonucunda açığa çıkan bağlanma enerjisine eşdeğerdir. Nükleer patlamalarda ise değişiklik atomun bizzat kendisinde olur ve kütlenin enerjiye dönüşümü ($E = mc^2$) söz konusudur (Fisyon ve Füzyon reaksiyonları). Bir kg Plütonyum ile oluşturulan bir nükleer patlama 15×10^6 kg TNT ye eşittir.

Kullanılan reaksiyon açısından iki çeşit nükleer bomba mevcuttur;

1. Atom Bombası

Ana reaksiyon olarak “fisyonu” kullanır, atomların bölünmesi söz konusudur.

2. Hidrojen Bombası

Ana reaksiyon olarak “füzyonu” kullanır, atomların birleşmesi söz konusudur.

Fisyon

Kararsız, büyük kütleli bir çekirdeğin bölünerek iki veya daha fazla sayıda küçük çekirdek ve serbest nötron oluşturmaları ve bu esnada büyük miktarlarda enerjinin ortama yayılması reaksiyonudur.

Bomba çekirdeği genellikle plütonyum veya zenginleştirilmiş uranyumdan (%90 U^{235}) oluşur. Bu işlem nötronların hedefi vurma olasılığını arttırmak üzere basınç altında gerçekleştirilir. Bu basınç değişik yöntemlerle (Silah ve İçer Doğru Patlama Metodları) sağlanabilir (İçer Doğru Patlama (Implosion) Metodu ve Silah (Gun) Metodu gibi). Hiroşima’ya atılan atom bombasında Silah Metodu kullanılmıştır.

Klasik fisyon silahlarında açığa çıkan enerji %50 patlama, %35 termal radyasyon ve %15 nükleer radyasyon şeklinde iken; özel dizayn teknikleri uygulamak suretiyle açığa çıkan enerjinin %30’unun patlama, %20’sinin termal radyasyon, %50’sinin ise nükleer radyasyon olduğu “Arttırılmış Radyasyonlu (ER-Enhanced Radiation) Silahlar” haline getirmek mümkündür.

Füzyon

Fisyonun tersi olarak tanımlanabilir. Yüksek basınç ve ısı altında iki hafif çekirdek birleştirilerek daha ağır bir çekirdek oluşturulur. Bu ortamı sağlamanın en pratik yolu bir fisyon reaksiyonu oluşturmaktır. Bu nedenle füzyon reaksiyonları üzerine kurulu nükleer silahlarda başlangıçta mutlaka bir fisyon kademesi bulunur.

İki hidrojen izotopu olan döteryum ve trityum uygun şartlar altında birleştirilerek daha ağır atomlar oluşturulur. Bu güneşin merkezinde olan reaksiyonların aynısıdır. Füzyon bombaları fisyon bombalarından 10-100 misli daha güçlüdür. Teorik olarak oluşacak enerjinin bir sınırı yoktur.

Nükleer Patlamanın Karakteristikleri

1. Ateş Topu
2. Toz ve Radyasyon Bulutu
3. Patlama ve Şok Dalgası
4. Termal Radyasyon
5. Nükleer Radyasyon
6. Elektromagnetik Radyasyon ve Atmosferin İyonizasyonu

Nükleer patlamalar patlama yüksekliklerine göre farklı özellikler ve etkiler gösterirler.

1. Atmosferik ve Havadaki Patlamalar (Air Burst)

Atmosfer ve havada olan patlamalardır. Ateş topu yeryüzüne ulaşmaz Çok geniş bir alanda etki gösterir. Patlamanın yüksekliği savaşta taktik amaçlara uygun olarak ayarlanır. En önemli etkisi ani radyasyon hasarıdır (nötron ve gama ışını). Serpinti radyasyon izlenmez. Belli bir bölgeden geçmekte olan askeri birlikler üzerinde ani etki oluşturmak üzere kullanılır

2. Yüzeyel (Surface) Patlamalar

Ateş topu yeryüzünde etkisini gösterir. Atmosferik ve havada gerçekleşen patlamalara oranla daha sınırlı bir alan etkilenir. Ancak ortaya çıkan etki özellikle patlama noktasında (ground zero, epi center) çok şiddetlidir ve genellikle patlamaya bağlı bir krater oluşur. Patlama noktasında ve yakınında bulunan her şey buharlaşır. Patlama sonrası serpinti radyasyon izlenir ve meteorolojik koşullara bağlı olarak çevreye yayılır.

3. Yeraltı / Sualtı (Sub-surface) Patlamalar

Su veya toprak altında gerçekleştirilir. Patlama noktasında genelde bir krater oluşur. Patlama yüzeyden penetre olmazsa sadece şok dalgaları meydana gelir. Penetre olursa sınırlı bir alanda basınç, termal ve ani nükleer etkiler izlenir. Sınırlı bir alanda yoğun serpinti nükleer radyasyon oluşur

Patlama Sonrasındaki Enerji Dağılımı

Nükleer patlama sonrasında ortaya çıkan enerji;

1. Blast Etkiler (% 50)
2. Termal Radyasyon (% 35)
3. Nükleer Radyasyon (% 14)
 - Ani Nükleer Radyasyon (% 4)
 - Kalıntı (Serpinti) Nükleer Radyasyon (% 10)
4. Elektromagnetik Radyasyon ve Atmosferin İyonizasyonu (% 1)

olmak üzere 4 farklı şekilde ortama yayılır. Bu oranlar, nükleer silahın cinsine, gücüne, patlama noktasına ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir.

Direkt Blast Etkiler

Blast dalgalarının insan vücudu üzerindeki hızlı kompresyon ve dekompresyon etkileri sonucunda dokular içerisinde ilerleyen basınç dalgaları oluşur.

Oluşan yaralanmalar genellikle farklı yoğunluktaki dokuların bileşke noktalarında (kas-kemik gibi) ya da doku ile hava boşluğu komşuluklarında (Solunum Sistemi ve Gİ Sistem gibi) ortaya çıkar. Doku ruptürleri sonucunda akut hemoraji, hava embolisi ve ani ölüm gelişir. İnsan vücudu esnekliği sayesinde basınç dalgalarına rijid yapılardan (binalar gibi) daha dirençlidir.

Direkt blast etkiler daha ziyade patlama noktasına yakın mesafelerde etkindir. Oluşturdukları hasar genellikle sürükleyici kuvvetlerin etkileri ile maskelenir. Daha düşük basınçlarda A.C. hasarı, kulak zarı ruptürü gibi genellikle ölümcül olmayan yaralanmalar ortaya çıkar. A.C. hasarı ve kulak zarı ruptürü için eşik basınç değerleri sırasıyla 1.0 ve 0.2 atmosferdir. Blast etkiler sonucu tedavi gerektiren yaralanmalar genellikle 1.0 – 3.5 atmosferlik basınçlarda ortaya çıkar.

Ancak diğer etkenlerle (termal, indirekt blast) oluşan yaralanmalar o kadar belirgindir ki pür blastik yaralanmalar genellikle bir hasta yükü oluşturmazlar.

İndirekt Blast Etkiler

Sürükleyici kuvvetler patlama sonucu oluşan rüzgarların hızı ve süresi ile ilişkilidir. Oluşan rüzgarlar genellikle kısa süreli olmakla birlikte birkaç yüz km. sürata erişirler.

Hasar ya penetran partiküllerin vücuda saplanması ya da vücudun ve/veya çevredeki cisimlerin rüzgarın etkisiyle yer değiştirmesi sonucunda ortaya çıkar. Etkileri direkt blast etkilerden daha uzun menzillidir. 0.2 atmosferlik basınçtan itibaren ciddi hasarlar ortaya çıkar.

Bu etki patlamanın şiddeti ile doğru orantılı olarak artar. Bu menzil 1 KT luk bir bomba için 0.22 km. iken 20 KT luk bir bomba için 0.76 km. dir. Yakın mesafe içerisindeki her türlü canlı ve yapı fragmente olur.

Penetran yaralanmaların yanısıra künt travmalar da oluşur (Organ ruptürleri, fraktürler gibi). Oluşan rüzgarlar insanları, büyük cisimleri (taşıtlar gibi) hatta binaları sürükleyecek kadar güçlüdür. İnsanın sürüklenmesi sonucu oluşan yaralanmalara “Translational Yaralanmalar” adı verilir. Oluşacak hasarı vücudun sürüklenme hızı belirler.

Termal (Isı + Işık) Etkiler

Termal radyasyonun etkisi akı (cal/cm^3) ve termal enerji dalgasının süresi ile doğru orantılıdır. Ortaya çıkacak yaralanmanın derecesi ise patlamanın gücü, yüksekliği, hava durumu, ortam koşulları ve tıbbi müdahalenin etkinliği ile ilişkilidir. Ateş topundan çevreye yayılan termal radyasyonun etkisi artan mesafe ile giderek azalır Nükleer patlamalar sonucunda ortaya çıkan termal radyasyon iki şekilde yanıklara neden olur;

1. Flash Yanıkları (Flash Burns)

Termal enerjinin biyolojik dokular tarafından absorbe edilmesi sonucunda oluşur.

2. Alev Yanıkları (Flame Burns)

Termal enerjinin ortamda neden olduğu yangınlar sonucunda meydana gelir

Patlama sonrasında ortaya çıkan şiddetli ışık geçici / kalıcı körlüğe neden olabilir. Gündüz olan patlamalarda geçici körlük hali yaklaşık 2 dk. kadar sürer. Gece olan patlamalarda ise geçici körlük hali pupil gece karanlığına adapte olmak üzere dilate olduğundan daha uzun (yaklaşık 3-10 dk.) sürer. Retina yanıklarının ve/veya optik sinir hasarının oluşması durumunda kalıcı körlük gelişir.

Radyasyon Etkileri

Ani Nükleer Radyasyon (% 4); nötron ve gama ışını, Serpinti Nükleer Radyasyon (% 10) ise alfa, beta ve gama ışınları içerir.

1. Alfa Partikülü

Büyük kütleli, yüklü partiküllerdir. Nötronun 4 katı kütleyle sahiptir. Serpinti radyasyon içerisinde bulunur. Büyük kütlesi nedeniyle doku derinliklerine penetre olamaz, derinin üst katmanları ve/veya giysiler tarafından durdurulur. İhmal edilebilir bir eksternal hasar oluşturmalarına karşın solundukları ve/veya yutuldukları zaman internal hasarlara neden olurlar.

2. Beta Partikülü

Hafif, yüklü partiküllerdir. Serpinti radyasyon içerisinde bulunur. Doku içerisinde çok kısa mesafelere penetre olabilirler. Yüksek dozlarda derinin bazal stratum tabakasında termal yanıklara benzer hasar oluşturabilirler (Beta Yanığı). Hem nükleer patlama anında salınırlar hem de serpinti radyasyon içeriğinde mevcuttur.

3. Gama Işını

Yüksek enerjili elektromanyetik radyasyondur. Tüm dokulara penetre olabilir. Tüm vücut ışınlanmasına neden olur. Sadece nükleer patlama anında salınırlar.

4. Nötron

Yüksüz ve partiküler özellikte bir radyasyon şeklidir. Kütlesi nedeniyle gama ışınlarına oranla dokularda yaklaşık 20 misli hasara neden olur.

İyonizasyon

İyonizan radyasyon ile etkileşim sonrasında atomun yörüngelerindeki bir elektron atom dışına atılır ve o yörüngede bir boşluk oluşur. Sonuç olarak serbest bir elektron ve pozitif yüklü bir atomdan oluşmuş bir iyon çifti ortaya çıkar.

Elektromanyetik Akım ve Atmosferik İyonizasyon

Toprakta, patlama ile eş zamanlı oluşan, birkaç saniye süren ve geniş bir frekans spektrumunu kapsayan elektromanyetik akım oluşur. Bu süre zarfında elektronik cihazlar etkilenip devre dışı kalabilirler. Aynı durum havada bir iyonizasyon dalgası şeklinde de ortaya çıkar.

Kimyasal ve Nükleer Silahların Kombine Kullanımı

Hardal gazı ve radyasyon hücresel düzeyde benzer etkiler oluştururlar. Her iki silahın birlikte kullanılması sonucunda ortaya çıkacak etki öldürücü olup oluşacak hasar geometrik olarak artacaktır. Böyle bir durumda öncelikle kimyasal silahın etkileri bertaraf edilmeli, daha sonra radyasyon hasarı gözden geçirilmelidir.

Nükleer ve kimyasal silahların birlikte kullanılması ile elde edilecek kombine etki ler üzerinde çalışmalar sürmekte olup radyasyon muhtemelen kişinin epileptik atak geçirme eşiğini düşürecektir.

Biyolojik ve Nükleer Silahların Kombine Kullanımı

Radyasyonun immün sistem üzerindeki baskılayıcı etkisi kullanılarak biyolojik silahların etkinliği artırılabilir. Bu surette kullanılan ajan patojen miktarlarından da tasarruf edilebilir.

Yine aynı mekanizma ile canlı virüs aşılarının koruyuculuğu ortadan kalkacak, aşıli personel dissemine enfeksiyon ile karşı karşıya kalacaktır.

Nükleer Silahlardan Korunma

Saldırıdan Önce

1. Pasif savunma (Kamuflej, Gizleme, Dağıtma)
2. Sığınak/Siper
3. Standart NBC ekipmanı bulundurmak
4. Zırhlı araç, miğfer, emniyet kemeri kullanımı
5. Uyarı ve anonsları takip etmek
6. EMP ye karşı anten kullanımını sınırlamak, elektronik cihazları kapatmak
7. NBC savunma eğitim ve tatbikatları yapmak

Saldırı Sırasında

1. Nükleer saldırı uyarı ve alarmlarını takip etmek
2. Nükleer saldırıyı ve şeklini tespit etmek, öncelikli etkilere karşı önlem almak

3. Pencereleeri ve havalandırmayı kapatmak
4. Vücutun açıkta kalan kısımlarını örtmek

Saldırı Sonrasında

1. Uyarı ve uyarı işaretlerine uymak
2. Nükleer dekontaminasyon yapmak
3. Radyoaktif kontaminasyonu taramak, kontrol etmek
4. Kontamine alanlardan uzaklaşmak
5. Sığınak ve siperlerden çıkmamak
6. Yiyecek ve ekipmanı serpinti radyasyondan korumak üzere örtülü tutmak

RADYASYON HASARININ BELİRLENMESİ VE BİODOZİMETRİ

Doç.Dz.Tbp.Bnb. Seyfettin ILGAN
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Giriş

Yüksek dozda gama yada x-ışınına maruz kalan bireylere uygun tıbbi tedavi zamanında uygulanabilirse bu bireylerin yaşama şansının yükseldiği bilinmektedir. Bununla birlikte, bu gibi durumlarda çoğunlukla kazanın boyutları ve kazazededen maruz kaldığı dozun büyüklüğü ilk birkaç hafta boyunca ayrıntılı olarak bilinmez. Başlangıçtaki doz tahminlerinin belirsizliği nedeniyle büyük radyasyon kazalarında bile tıbbi tedavi suboptimal düzeyde kalabilir, hatta gecikebilir. Özellikle çok sayıda bireyin etkilendiği durumlarda erken doz tahmini daha büyük önem taşır. Tüm vücut gama ve x-ışınlanması durumunda basit bir yöntemle lenfosit kinetiğine göre ilk 8 saatte doz tahmini yapılabilir. Bu tahmine göre başlangıçtaki tıbbi tedaviyi yönlendirmek ve daha detaylı dozimetri sonuçlarına göre de gerekirse tedaviyi modifiye etmek mümkündür.

Radyasyon Hasarının Belirlenmesi

Radyasyon kazazedesinin başlangıçtaki tıbbi değerlendirmesi sırasında sıklıkla tedaviyi yönlendirmeye yetmeyecek kadar az dozimetri verisi vardır. Ciddi radyasyon kazalarının modern tedavisinde tıbbi tedavi rejimleri izolasyon, geniş spektrumlu antibiyotiklerin kullanımı, erken antiviral profilaksi ve kemik iliğini uyarak sitokinlerin kullanımı gibi kompleks metodları içerdiğinden kazazedelerin olabildiğince süratli bir şekilde büyük bir merkeze ulaştırılması gereklidir.

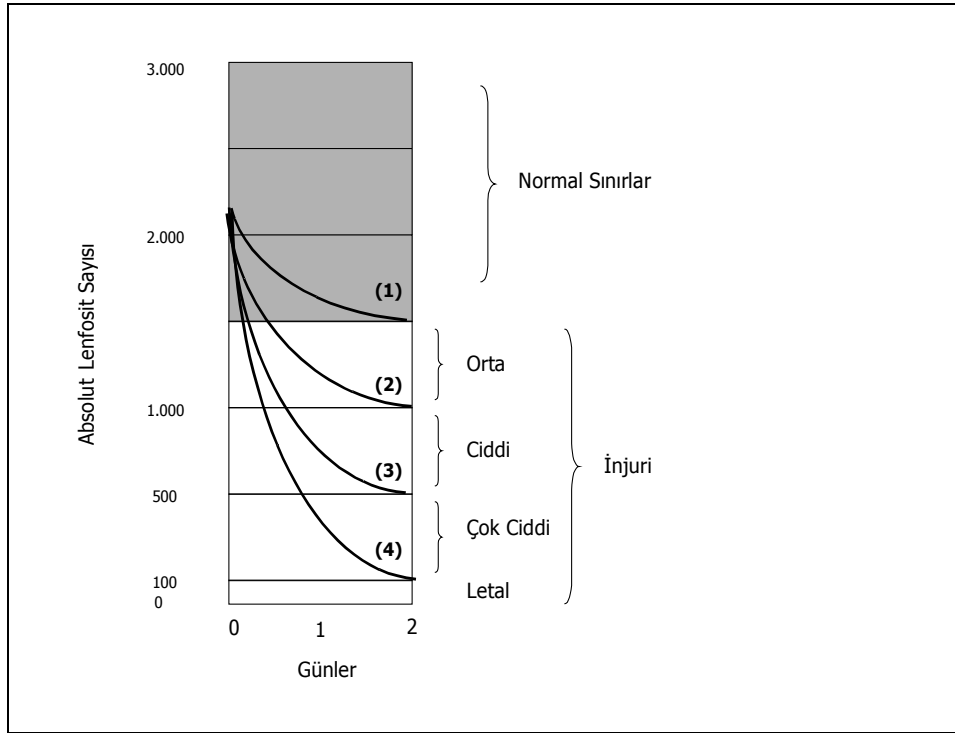
Yaygın ya da tüm vücut ışınlaması için doz tahmininde tüm biyolojik belirtiler arasında tek pratik ve faydalı yöntem kan sayımıdır. Çünkü yöntem (a) her yerde uygulanabilir, (b) hızlı, (c) kantitatif ve (d) en duyarlı sistem olan hematopoetik sistemdeki değişimleri yansıtır. İnfüzinin derecesini yansıtması açısından kan sayımları kemik iliği çalışmalarına tercih edilmektedir. Hasta günde iki kez kemik iliği aspirasyonu yapılmasını tolere etse bile elde edilen bilgi sık kan sayımı kadar faydalı olmamaktadır. Kemik iliği kantitatif değerlendirme için uygun değildir. Işınlama üniform olsa bile kemik iliği normal insanda da olduğu gibi bölgesel farklılıklar gösterir. Işınlama üniform olmazsa doğal olarak kemik iliği çalışmaları ile genel hematopoetik sistem hakkında bilgi edinilemeyecektir. Işınlama sonrası ilk birkaç günde kemik iliği normale yakın görülür. Bu bulgu mevcut hasarın olduğundan hafif algılanmasına neden olabilir.

Kan Tablosundaki Değişimler

Akut radyasyon sendromunun hematolojik komponentinin ciddiyetini belirleyebilmek için Andrews tarafından geliştirilen nomogram kullanılmaktadır (Şekil-1).

Bu teknikte 24-48. saatlerdeki lenfosit sayısına bakılarak kaba bir doz tahmini yapılmakta ve buna göre tıbbi problemin boyutu belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla kazazededen kaza sonrası hemen ve takip sırasında da her 3-4 saatte bir kan alınarak lenfosit kinetiği değerlendirilmelidir. Lenfosit kinetiğinin doz hesaplamasında kullanılabilmesi için akut,

yüksek doz ve hepsinden önemlisi tüm vücut ışınlanması söz konusu olmalıdır. Ayrıca kazazedenin önemli miktarda radyasyon dozu aldığını fark ederek, lenfosit düzeyi taban seviyesine ulaşmadan, tıbbi yardım için başvurması gerekmektedir. Ne yazık ki bu tip olay örneklerine bakıldığında çoğu zaman hasta ya da hekimlerin akut radyasyon sendromu semptomlarını tanıyamadıkları görülmektedir. Eğer kemik iliğini koruyacak şekilde ciddi düzeyde kısmi vücut ışınlanması gerçekleşirse lenfosit kinetikleri yararlı olmayacaktır. Benzer şekilde radyasyon ışınlanması travma ve yanık gibi lenfosit sayısını düşürecek injüriler ile birlikte gerçekleşirse lenfosit sayıları dozu yansıtmayacaktır.



Şekil-1. Andrews lenfosit azalım eğrisi ve klinik durum ile ilişkisi. Kabaca 1. eğri 3.1 Gy, 2. eğri 4.4 Gy, 3. eğri 5.6 Gy ve 4. eğri 7.1 Gy tüm vücut dozuna karşılık gelmektedir.

Lökosit sayısı ciddi bir ışınlama sonrası birkaç saat içinde düşmeye başlar ve düşüş büyük oranda ilk 48 saat içerisinde gerçekleşir. 48. saatte $2.000/\text{mm}^3$ üzerinde lenfosit sayısı hayatı tehdit edecek bir radyasyon ışınlanması olmadığını, 1.200-2.000 lenfosit sayısı ciddi ancak non-letal düzeyde radyasyon ışınlamasını, 1.200'den az lenfosit sayısı ciddi radyasyon dozunu, 500'den az lenfosit sayısı muhtemel letal dozu, 100'ün altında lenfosit sayısı ise büyük bir kesinlikle letal dozu gösterir. Başlangıçtaki azalmayı takiben lenfosit sayısı düştüğü seviyelerde korunur ve non-letal dozlarda 30 gün kadar sonra yavaşça normale döner.

Radyasyon sonrası nötrofil ve trombosit kinetiği deneysel olarak lenfosit kinetiğinden daha çok araştırılmıştır. Bunun en önemli nedeni sıklıkla kazazede tıbbi tedavi için başvurduğunda lenfosit sayısı taban seviyesine ulaşmış olduğundan azalım kinetiğini değerlendirmenin mümkün olmamasıdır. Nötrofil kinetiğinin doz tahmininde yararlı olduğu ve kemik iliği dozu ile iyi korelasyon gösterdiği bilinmektedir. Nötrofil sayısının taban seviyeye ulaştığı gün ve nötrofil sayısının 500'e düştüğü gün (time to 500 neutrophil day) baz alınarak doz

hesaplaması yapılabilir. Yöntemin dezavantajı ise bu sürecin 10-30 gün arasında bir süre alabilmesidir.

Nötrofil sayısı ışınlama sonrası birkaç saat içinde artış gösterebilir ve çok yüksek değerlere ulaşması alınan dozun ciddi düzeyde olduğunu düşündürür. Bu durum daha önce üretilmiş nötrofillerin nonspesifik bir stres yanıtı olarak dokulardan kana geçişine bağlıdır. Daha sonra granülosit sayısı birkaç gün içinde düşerek ikinci haftada bir plato yapar ya da hafif bir artış gösterir. Bu durum ise hasar görmüş olan prekursor hücrelerin geçici bir çoğalma çabasıdır. Bu süreci granülosit sayısında ciddi bir düşüş izler. İnsanlar için LD_{50/60} veya subletal dozlarda bu maksimum azalma şaşırtıcı derecede düzenli bir şekilde ışınlamadan yaklaşık 30 gün sonra gerçekleşir. Daha yüksek doz seviyelerinde de benzer yanıt paterni izlenmesine karşın süre daha kısa olayın derecesi ise daha şiddetli olur.

Trombosit seviyelerindeki değişimler nötrofillerdeki çok benzer şekilde gerçekleşir. Erken dönemde trombositoz nötrofillerdeki kadar iyi tanımlanmamıştır. Trombosit sayısındaki azalma da yavaş gelişir ve ışınlama sonrası 30. günde en düşük noktasına ulaşır. Maksimal azalmadan sonra başlayan rejeneratif süreçte (genellikle 5-6. haftalarda başlar) yanıt granülositlere oranla daha belirgin olur ve trombosit seviyeleri geçici olarak normal seviyelerin üzerine çıkabilir.

Eritrosit sayılarında ışınlama sonrası izlenen erken değişimler indirek olarak dehidratasyona sekonder olabilir. Kemik iliği hasarına bağlı aneminin gerçekleşmesi birkaç hafta vakit alır ve en ciddi seviyesine tam da lökosit ve trombosit seviyeleri normale dönmeye başlarken ulaşır. Ciddi kanamalar olmaksızın anemi genellikle hafif düzeydedir. Ancak küçük düzeyde tüm vücut dozlarında bile ışınlamadan hemen sonra demir kullanımında azalma olması eritrosit yapımında bir azalma gerçekleştiğini gösterir. 200-300 rad dozu takiben iyileşme fazında en yüksek düzeyine 45-50. günlerde ulaşan belirgin bir retikülosit yanıtı gerçekleşir.

Kan Analizlerinin Yorumu

Kaza sonrası injüri seviyesi tahmin edilirken kan değerleri diğer kazalardaki değerler ile kıyaslanarak sonuca gidilir. İlk 48 saat içinde lenfosit seviyelerindeki azalmanın takibi en faydalıdır. Subletal dozlarda erken dönemdeki granülosit artışının doz hesaplamasında kullanılıp kullanılamayacağı bilinmemektedir. Kaza sonrası 24 saate dek artışını sürdüren çok yüksek granülosit seviyeleri letal doz alındığını gösterir. Daha düşük doz seviyelerinde 4-5 gün sonra granülosit sayısı ne kadar düşük ise dozun o derece yüksek olduğu söylenebilir. Granülosit sayısının 10-16 günlerde platoya ulaştığının ya da artmaya başladığının gösterilememesi kötü bir işarettir. İlk 3-4 haftada kemik iliği depresyonu yerleştikten sonra spontan remisyon için 30. güne dek geriye sayılır.

Kromozom aberrasyon dozimetrisi (sitogenetik dozimetri) için kaza sonrası kan alınabilmesine karşın sonucun alınması 3-4 gün sürmektedir. Sitogenetik dozimetri güvenilir ve nötrofil kinetik çalışmaları ile iyi korelasyon gösteren bir yöntem olmakla birlikte ancak sınırlı sayıda merkez tarafından gerçekleştirilebilmektedir.

Akut Radyasyon Sendromu (ARS)

Tüm vücudun büyük radyasyon dozuna maruz kalması bir bütün olarak akut radyasyon sendromu olarak bilinen kompleks klinik semptomların oluşması ile sonuçlanır. ASR'nin ortaya çıkış derecesi;

1. Işınlamaya maruz kalan vücut kısmı ve fraksiyonu,
2. Radyasyonun kalitesi,
3. Total doz, doz hızı ve ışınlama süresi,
4. Organ ve dokulardaki tamir sürecinin etkinliği,
5. Işınlanan dokuların radyosensitivitesi, ve
6. LD_{50/30}'daki bireysel farklılıklara bağlıdır.

Sonucun ortaya çıkışı şu aşamalarda gerçekleşir;

1. Başlangıç Fazı

Radyasyon enerjisi birikimine bağlı şok yanıt

2. Latent Faz

Radyasyona dirençli canlı hücreler fonksiyonları sürdürür, hiç semptom oluşmaz ya da çok az semtom oluşur.

3. Hastalık Fazı

Canlı hücrelerin ölümü ve kök hücrelerin kaybı nedeniyle hücrelerin yenilenememesine bağlı gelişir.

4. Sonuç

Çeşitli derecelerde bozukluk ile iyileşme ya da ölüm.

Tüm vücut ışınlaması 10 cGy'den küçük dozlarda gerçekleşir ise ışınlanan ve ışınlanmayan bireyler arasında belirlenebilir bir farklılık gelişmez. 10-100 cGy dozlar arasında kromozom aberrasyon olasılığında artış veya 45 gün sonra sperm sayısında azalma izlenebilir. Ancak kazazedede başlangıçta çok az semptom gelişir. 350-400 cGy dozda genellikle tedavi edilmeyen bireylerin %50'si (LD50) kaybedilir. LD50 uygun destek tedavisi ile 500-600 cGy'e kadar çıkarılabilir. Doza bağlı olarak gelişen beş klinik durum tanımlanmıştır:

Prodromal Sendrom

Tüm vücuda 25-150 cGy subletal doz alınması ile gelişir. Erken ve geç etkiler olarak ortaya çıkar. Tüm diğer akut radyasyon sendromu tablolarında görülür ve semptomların yoğunluğu alınan dozla artar. Saatler içerisinde ortaya çıkan erken etkiler eritem (100 cGy üzerindeki dozlarda), vazodilatasyon ve sıvı dengesinin bozulmasına bağlı ateş, kusma merkezinin uyarılmasına bağlı kusma (25 cGy dozla oluşabilir), yorgunluk, diare ve kramplardır.

Geç etkiler başlangıç fazı üzerine bindiğinden arada latent periyot görülmez. Geç etkiler erken etkilerin devam etmesi, sarılık, skalp ağrısı ve epilasyondur (300 cGy'in üzerinde ve 3 hafta sonra ortaya çıkar). Bu semptomlar tüm olgularda ortaya çıkmaz ancak yüksek dozlarda insidansı ve etki şiddeti artar. Genellikle 48 saat içerisinde iyileşme beklenir.

Hematopoetik Sendrom

150-400 cGy tüm vücut dozlarında ortaya çıkar. Prodromal semptomların 48 saat içerisinde düzelmesinden sonra 3 haftalık bir latent periyot geçer. Bu dönemde her hangi bir semptom izlenmemesine karşın laboratuvar analizlerinde lenfosit ve şekilli kan elemanlarının sayısında bir azalma izlenir. Kemik iliğinde hücre üretimi bozulmuştur. Ancak periferik kandaki matür kan hücreleri radyasyona daha rezistan olduğundan birkaç hafta semptom gelişmez.

Lenfosit ve granülosit sayısında azalma, immünosupresyon ve platelet sayısında azalmaya bağlı olarak anemi, peteşi, kan basıncında artış, ağızda ülserasyonlar, epilasyon, purpura ve enfeksiyon gibi semptomlar ortaya çıkar. Kanama, enfeksiyon ve anemiye bağlı olarak ölüm oluşabilir. Eğer tıbbi tedavi uygulanmazsa insanlar için ortalama letal doz (LD50) yaklaşık 350 cGy'dir. Eğer kazazede 8 hafta kadar yaşarsa klinik tablo yavaş yavaş geriler. Laboratuvar analizlerinde lenfosit ve granülosit sayısında birkaç ay içinde tedrici düzelme izlenir.

Hematopoetik/Gastrointestinal Sendrom

400-800 cGy arasındaki dozlarda modifiye hematopoetik sendrom görülür. Başlangıçtaki prodrom daha ciddi ve latent periyot daha kısadır. Gastrointestinal hasarın derecesi ve enfeksiyonlar sonucu etkiler. Bu dozlarda ölüm gerçekleşmesi daha olasıdır.

Gastrointestinal Sendrom

800 cGy üzerindeki tüm vücut dozlarında gastrointestinal sendrom ortaya çıkar. İntestinal kript hücreleri kemik iliğine oranla radyasyona daha dirençli olduklarından sendrom daha yüksek dozlarda ortaya çıkar. Ancak, kript hücrelerinin yenilenme süresi kemik iliği hücrelerinden daha kısa olduğundan (8 gün) radyasyon dozunu takiben hastalık bulguları daha erken dönemde ortaya çıkar. Latent periyot 4-6 gün kadar sürer. Kemik iliği destrüksiyonu gerçekleşmesine karşın genellikle hematopoetik sendrom gelişmeden önce ölüm ortaya çıkar. Gastrointestinal sendrom semptomları hemoraji, bulantı, kusma, kanlı diare, anoreksi, letarji, dehidratasyon ve enterokolittir. Altta yatan patolojik mekanizma kript hücrelerinin mitozunun durması, kapiller ve lenfatik yatağın yıkımı, plazmanın intestinal boşluğa sızması, ince barsak ülserasyonları ve bakteriel infiltrasyonlardır. Platelet sayısında azalma ve immün supresyon tabloyu daha da ağırlaştırır ve genellikle septik enfeksiyonlara bağlı ölüm gelişir.

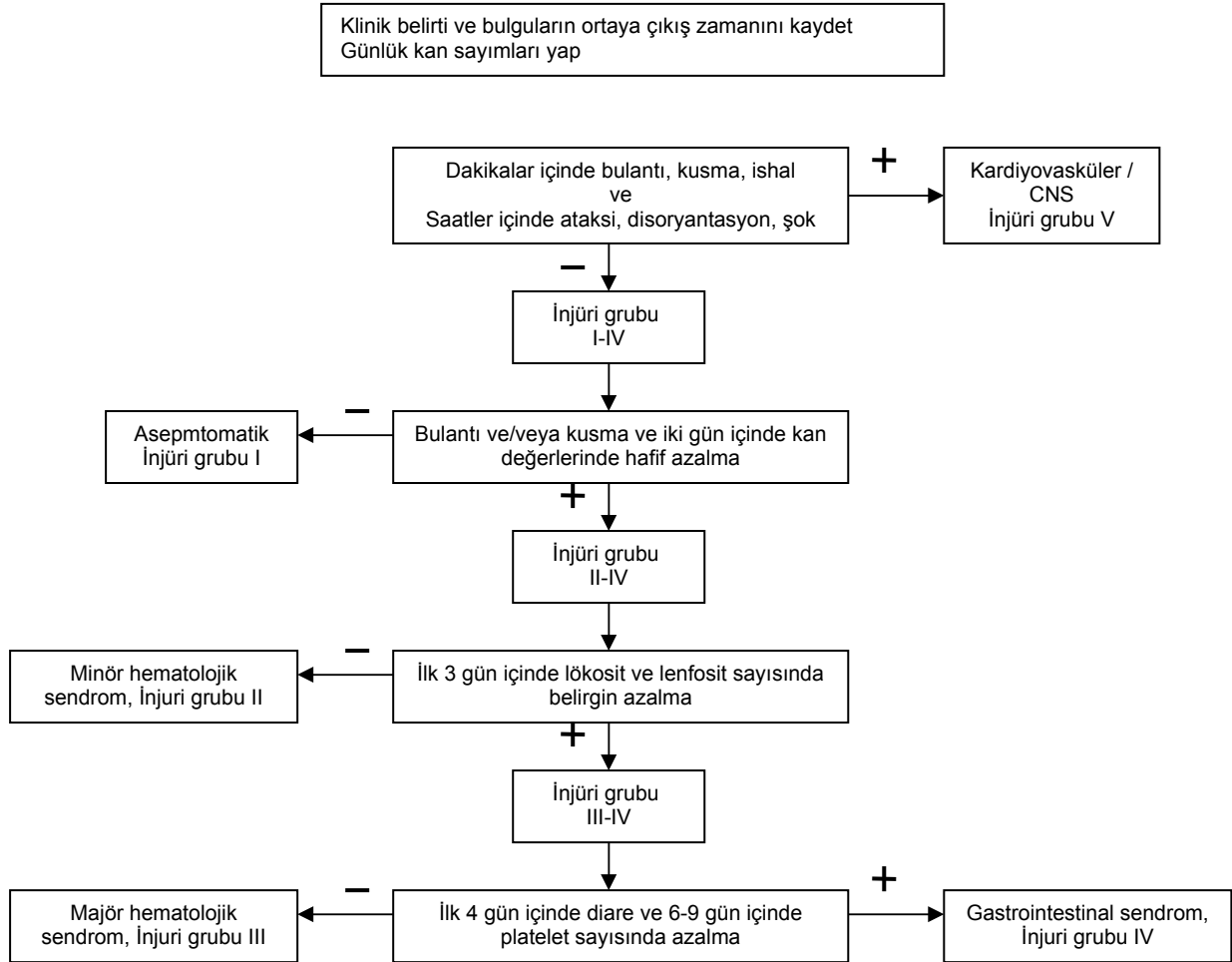
Santral Sinir Sistemi Sendromu

Birkaç bin cGy civarındaki tüm vücut dozlarında beyin ve sinir sisteminin akut inflamasyonu ve konvülsiyonlar ortaya çıkar. Prodromal evre ciddidir ve derhal ortaya çıkar. Latent periyot ya yoktur ya da çok kısadır. Ölüm günler içinde gerçekleştiğinden hematolojik ve gastrointestinal sendromların gelişmesine vakit kalmaz.

Enflamatuar sürece ait semptomlar apati, somnolans ve koma, baş ağrısı, kramplar, nefes darlığı, oligüri, diare, regülatuar merkezlerin hasarına bağlı olarak ısı, solunum, terleme ve kan basıncı kontrolünün bozulmasıdır. Radyasyon hasarına bağlı olarak kan-beyin bariyeri bozulur, vaskülit, menenjit, vazodilatasyon, koroid pleksus ve beyaz cevherde ödem meydana gelir.

Konvülviz süreçte tremor, konvülsiyonlar, ataksi, kas koordinasyonunun kaybı gibi semptomlar gözlenir. Patolojik mekanizma ödem, basınç artışı ve serebellar piknozistir (serebellumun ani yıkımı). Santral sinir sisteminin fonksiyonel yanıtı başlangıçta vagal stimülasyona sonra kusma merkezi ve barsakların destrüksiyonuna bağlı gelişen kusmadır.

Akut radyasyon sendromunda hastanın triyajı belirti ve bulguların ciddiyeti ve ortaya çıkış zamanları gözlenerek yapılabilir (Şekil-2)



Şekil-2. Yüksek doz radyasyon inşurisini takiben pratik triyaj şeması.

Lokal Radyasyon İnşurisi

Yüksek dozda gama ya da x-ışını ile gerçekleşen lokal radyasyon inşurisinde belirti ve bulgular, günler-haftalar sürebilen gecikme dışında, termal yanıklara benzer. Bu durum genellikle yaşamı tehdit etmez. Göğüs ve abdomen gibi önemli vücut bölgeleri ışınlanmadığı sürece ARS bulguları gelişmez. Klinik bulgular genellikle termal yanığa oranla daha yavaş gelişir.

Erken klinik bulgular üç majör klinik bulgu ile sonuçlanır: eritem, epilasyon ve transdermal inşuri.

Eritem

200-300 rad üzerinde ışınlama sonrası görülür. Hafif güneş yanığı ve 1. derece termal yanık gibi ortaya çıkar. Geçici ilk bulgular ışınlama sonrası ilk saatlerde hiperestezi, yanma veya kaşıntı şeklinde ortaya çıkabilir. Esas kızarıklık alınan doza bağlı olarak 2-3 hafta sonra gelişir. Düşük dozlarda bronzlaşma dışında değişiklik gelişmez ve tıbbi tedaviye gerek yoktur. Bu reaksiyona benzer bir durum konjunktivada ve ön kamarada ışınlama sonrası derhal inflamasyon bulguları şeklinde tanımlanmıştır.

Epilasyon

300 rad üzerinde her tür radyasyon bağlı olarak gelişebilir. Genellikle ışınlama sonrası ilk 3 haftada ortaya çıkmaz. Cilt ya da saçlı deride kıl kaybından 1-2 gün önce hassasiyet gelişebilir. 500 rad üzerindeki dozlarda epilasyon tam olabilir. Eğer doz 600 raddan çok fazla olursa saçlar yeniden büyümeyebilir. Epilasyon radyasyonun yönü ve dağılımını da yansıtır

Transdermal İnfüri (Kuru ya da Yaş Dermatit)

Eritem, blister gelişimi ve ağrı ile seyreden ikinci derece termal yanık benzeri bir durumdur. Bülleler doza bağlı olarak (genellikle 100 rad üzerinde) 1-1.5 hafta ile 3 hafta içerisinde gelişir ve patlayarak enfekte olma potansiyelinde açık yaralara dönüşebilir.

5000 rad gibi daha yüksek dozlarda transepidermal infürinin üçüncü derece yanığa benzer daha ciddi formları gelişir. Ağrı çok şiddetlidir ve derhal gelişir. İyileşme çok gecikebilir ya da cerrahi rezeksiyon ve greftleme olmaksızın gelişmeyebilir. Epilasyon kalıcıdır. Daha yüksek dozlar cilt altı dokularda ani doku hasarı oluşturur. Abdominal duvar, erkek genitaliası ve ekstremitelerdeki bu tip lezyonlar irreversibldir ve cerrahi işlem olmaksızın iyileşmez. (Tablo 1-3).

Prosedür	Bulgu	Başlama Zamanı	Minimum Işınlama (Rad)
Öykü	Bulantı, kusma	İlk 48 saat	~ 100
Fizik muayene	Eritem	Saatler-günler	~ 300
	Epilasyon	2-3 hafta	~ 300
Kan sayımı	Lenfosit <1.000 μ l	24-48 saat	~ 100
Kromozom	Disentrik, halka, fragman	Saatler	~ 10
Sperm	<20 x 10 ⁶ /ml	7 hafta sonra	~ 15

Tablo-1. Radyasyon infürisinde klinik belirti ve bulgular

Klinik Ortaya Çıkış Biçimi	Başlama Zamanı
Artmış duyarlılık	Saatler - haftalar
Eritem	Saatler - 2 hafta
Bül	> 1 hafta
Ödem	> 1 hafta
Ülserasyon	> 2-3 hafta
Nekrozis	> 3 hafta

Tablo-2. Lokal radyasyon infürisinin klinik ortaya çıkış biçimleri ve başlama zamanı.

Semptom	Doz (Rad)
Anoreksi	150
Bulantı	210
Kusma	275
Yorgunluk	225
Diare	348

Tablo-3. Fizyolojik semptomların %50 olasılık ile ortaya çıkması için gerekli akut ışınlama dozları

Sitogenetik Dozimetri

Bender 1964 yılında lenfosit kültürlerinin sitogenetik değerlendirmesi ile radyasyon dozunun belirlenebileceği fikrini ortaya atmıştır. İyonize radyasyon ışınlanan hücrelerde yapısal kromozom aberrasyonlarına yol açar. Bu aberrasyonlar in-vivo ya da in-vitro olarak ışınlanmış lenfositlerin metafaz preparatlarında kolaylıkla izlenebilir. İn-vitro çalışmalardan elde edilen doz-yanıt eğrileri kalibrasyon standartları olarak kullanılır ve kazazedenin aldığı doz hesaplanır.

Moleküler seviyede iyonizan radyasyon DNA kırıkları oluşturur. Bunlar ya onarılır ya da hatalı olarak yeniden birleşirler ve exchange kromozom aberrasyonlarının oluşmasına neden olur. Aberrasyonların tipi ışınlama sırasında hücrenin bulunduğu hücre fazına göre değişir. Lenfositler DNA sentez aşaması öncesinde ise (G_0 veya G_1) yeniden birleşme mesafesindeki DNA çift kırıkları veya tek zincir boyunca iki kırık asimetric (disentrik veya halka kromozomlar) veya simetrik (resiprokal translokasyon veya inversiyonlar) yer değişimlerine yol açar. Asimetric aberrasyonların tespiti simetrik olanlara göre daha kolaydır ve yakın zamanda ışınlanan insanlarda dozimetrik çalışmalarda genellikle onlar kullanılır. Simetrik aberrasyonlar ise önceki ışınlamaların doz hesaplamasında kullanılır.

İşnlama sonrasında birkaç gün ile birkaç hafta içinde alınan kan örneklerinden yapılan kültürlerde izlenen asimetric aberrasyon sıklığı ışınlama sırasında matür lenfositlerin aldığı dozu yansıtır. Aberrasyon analizi için immünokompetan T-lenfositler in-vitro olarak fitohemaglütinin gibi bir mitojen ile uyarılarak ilk in-vitro hücre siklusuna giren hücreler metafaz aşamasında incelenir.

Lenfosit kültürlerinde yeterince metafaz aşamasında hücre incelenirse yakın zamandaki, 10-20 rem tüm vücut ışınlamaları ve radyasyon işçilerinin 5 remden büyük yıllık ışınlamaları tespit edilebilir. Bu tip çalışmalar şüpheli ışınlamaları gerçek olaylardan ayırmak için de çok faydalıdır.

Tüm ya da parsiyel ışınlamaya maruz kalmış popülasyonlarda yapılan uzun süreli takip çalışmalarında simetrik kromozom aberrasyonlarının ışınlama sonrası 30 yıla kadar izlenebileceği gösterilmiştir. Uzun süre önce ışınlamaya maruz kalmış olanlarda sitogenetik bulguları yorumlarken radyasyona bağlı selüler letalite de hesaba katılmalıdır.

İn-vivo ışınlamada kromozom aberrasyonları matür lenfositler gibi kemik iliği, lenf nodları ve organlardaki lenfosit prekursorlerinde de gelişir. Lenfositler ve lenfoid kök hücreler çok

radjosensitif olduklarından birçoğu interfaz ölümüne gidecektir. Ölmeyen kök hücrelerden asimetrik aberrasyon içerenler proliferasyon havuzundan temizlenecektir. Dengeli translokasyon veya inversiyon gibi simetrik aberrasyon içeren kök hücreler normalde mitozaya gitmediğinden uzun süre kök hücre havuzunda kalacaktır.

Matür T-lenfositler 560-1.600 gün arasında değişen yaşam sürelerine sahiptir. İlk ışınlama sonrası interfaz ölümüne gitmeyen hücrelerin çoğu doğal yaşlanma sonucu sirkülasyondan uzaklaşır. Eş zamanlı olarak lenfosit kompartmanı bazıları simetrik sitogenetik aberrasyonlar içeren kök hücrelerden olmak üzere klonal ekspansiyonla çoğalır. Böylece simetrik aberrasyon içeren periferik lenfosit sayısı bir dengeye ulaşacaktır.

NÜKLEER KAZAZEDELERE TIBBİ YAKLAŞIM VE TEDAVİ PRENSİPLERİ

Doç. Dr. Bengül GÜNALP
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Giriş

Bir nükleer patlama veya kaza durumunda pek çok kişinin sağlık kuruluşlarına başvurması beklenir. Böyle durumlarda kaosu önlemek için önceden nükleer aciller için eylem planı hazırlanmalı ve organizasyon yapılmalıdır. Nükleer bir patlama sonrası, acil eylem planının yürürlüğe konulduğu, hastaları kabule hazır bir sağlık merkezinde, ilk planda yapılması gereken yaralıların tıbbi ihtiyaçları göz önünde bulundurularak sınıflara ayrılmasıdır.

Yaralıların Sınıflandırılması (Triyaj)

Triyaj, klinik bakımı hızlandırıp kolaylaştırmak ve mevcut klinik servis ve olanakların kullanımını maksimuma çıkarmak için hastaların yaraları ve/veya hastalık durumları esas alınarak sınıflara ayrılmasıdır. Triyajın esas amaçlarından birisi gerekli acil bakım seviyesini belirlemektir. Eğer kazazede sayısı az ise, tıbbi yönetim açısından bu durum pek çok ülkede büyük bir problem yaratmaz. Ancak, onlarca veya yüzlerce kişinin ışınlandığı yada ışınlandığından şüphelenildiği bir kaza durumunda özellikle bu hastaların hastaneye yatırılmaları söz konusu olduğunda büyük zorluklarla karşılaşılabilir. Bu durumda, planlama çok önemlidir ve nükleer acil programı afet durumları için hazırlanmış tıbbi bakım sistemine adapte edilmelidir. Personel ve olanakların kısıtlı olduğu durumlarda bu sınıflandırma ve tıbbi bakım zinciri kritik hale gelir. Triyaj radyasyon kazalarına özgül olmayıp, her çeşit afette yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tıbbi tedavi organizasyonu, yaralanmanın acil tıbbi müdahale gerektirip gerektirmemesi temeline dayanarak yapılmalıdır. Acil tedavi başlangıçta, travma, yaralar, termal veya kimyasal yanıklar gibi konvansiyonel yaralanmalara göre belirlenir. Radyonüklidlerle kontaminasyon göreceli olarak pek az vakada problem yaratır. Eksternal ve internal kontamine kişiler saptanmalı ve derhal ve kontaminasyona spesifik olarak tedavi edilmelidirler. Bunun dışında radyasyon yaralanmalarının tedavisi tıbbi aciliyet oluşturmaz, ancak ışınlanmanın şiddetini belirlemek ve insan lenfosit antijeni (HLA) tiplemesi için kan örneğinin alınması gibi bazı erken eylemlerin yapılması gereklidir.

Erken klinik belirtiler radyasyona maruz kalan kişilerin sınıflandırılması ve kişisel seviyede uygun olan tıbbi bakıma karar vermede temel teşkil eder. En önemli prodromal (erken) klinik bulgular bulantı, kusma, diare ve cilt ve mukoza eritemidir.

Tüm vücut ışınlanması (TVI) veya lokal ışınlanma (LI) durumlarında hastaneye yatırma kararı, Tablo-1’de gösterilen erken klinik bulguların varlığına göre yapılır.

Klinik Bulgular		Karşılık gelen Doz (Gy)		Karar
TVI	LI	TVI	LI	
Kusma yok	Erken eritem yok	< 1	< 10	5 hafta hastaneye yatmadan kontrol edilir. (kan, deri)
Işınlanmadan 2 – 3 saat sonra Kusma	Işınlanmadan 12 – 24 saat sonra, erken eritem veya anormal duyu hissi	1 – 2	8 – 15	Genel bir hastanede takip (veya 3 haftalık ayaktan takip sonrası gerekli olursa hastaneye yatırma.)
Işınlanmadan 1 – 2 saat sonra kusma	Işınlanmadan 8 – 15 saat sonra erken eritem veya anormal duyu hissi	2 – 4	15 – 30	Hematoloji veya yanık bölümüne hastanın yatırılması
1 saatten erken kusma veya hipotansiyon gibi diğer ağır semptomların olması	Işınlanmadan sonra ilk 3 – 6 saat içerisinde veya daha önce ,deri ve mukozada ödem ile birlikte erken eritem	> 4	> 30	Hastanın iyi donanımlı bir hematoloji veya cerrahi bölümüne yatırılması ve daha sonra radyopatolojide uzmanlaşmış bir merkeze nakledilmesi

Tablo-1. Erken Klinik Semptomlara Göre Radyasyon Yaralanmalarının Tanı ve Tedavisi İçin Rehber:

Nükleer Kazazedeye Tıbbi Yaklaşım

İlk görev ışınlanmış (veya ışınlanmış olduğundan şüphelenilen) kişilerin, radyasyon yaralanmasının tahmin edilen şiddeti ve gerekli tıbbi bakımın tipi ve seviyesi göz önünde tutularak gruplara bölünmesidir. Işınlanmış kişilerde üç ana kategori ayırt edilebilir.

İlk kategori, ya aşırı doz almış veya aşırı doz aldığından şüphelenilen ancak travma, yaralar, yanıklar ve/veya kimyasal kontaminasyon gibi konvansiyonel yaralanma bulgularını gösteren kişileri kapsar. Bu bireylere herhangi bir tıbbi acilde olduğu gibi davranılmalıdır. Buna ek olarak ışınlanmanın şiddetini saptamak ve başlatılacak tedavinin esaslarını oluşturmak üzere, gecikilmeden özel testler (kan hücre sayımları, sitogenetik çalışmalar ve HLA tiplemesi için kan örneği alınması) yapılmaya başlanmalıdır. Eğer yeteri kadar ilk yardım personeli varsa, müdahale yerinde özel testler mümkün olur olmaz yapılmalıdır.

İkinci kategori, eksternal olarak ışınlanmış veya internal veya external kontaminasyonu olan veya tıbbi tedavi gerektirecek ölçüde ışınlandığı düşünülen bireyleri kapsar. Bu kategori önceden planlanmış eylemleri gerektirir. Bu kazazedeler sekonder triyajın yapılması gereken tedavi merkezinde üç alt kategoride tekrar gruplandırılmalıdır. Bu alt kategoriler: tüm vücudu ışınlanan kişiler (TVI); vücudun bir kısmı ışınlanan kişiler (LI); ve radyonüklidlerle kontamine olmuş kişilerdir. Aynı zamanda, bölgesel ve/veya ulusal tıbbi olanaklar

belirlenmelidir. Işınlamayı takip eden günlerde, izleme ve tıbbi tetkiklerin uygun olarak yapıldığından emin olmak için kazazedeler doktorlar tarafından kontrol altında tutulmalıdır. Bu temel tıbbi tetkikler, kazaya müdahale etmekten sorumlu tıbbi merkez tarafından hazırlanmış olan özel bir protokode listelenmelidir. İkinci safhada, hastalığın şiddetine göre ileri sınıflama klinik ve biyolojik bulgular esas alınarak yapılır..

Son kategori sadece düşük doz almış olması olasılığı olan ve diğer herhangi bir yaralanması olmayan bireylerden oluşur. Bu kişiler kayıt edilmeli ve birkaç gün hastaneye yatırılmaksızın monitörize edilmelidir.

Yaralanmanın ciddiyeti maruz kalınan doz seviyesine, doz hızına, ışınlanan dokuların radyasyona olan duyarlılığına, ışınlanan vücut alanına ve ışınlanmadan etkilenen organ sisteminin genişliğine bağlıdır. Yaralanmanın şiddeti tüm vücut ışınladığında, aynı dozda kısmi vücut ışınlamasından daha fazladır ve sağlık üzerine etkisi daha azdır. Yaklaşık 3,5 Gy civarında tüm vücut dozunda, eğer hiç tıbbi tedavi yapılmamışsa, genel olarak ışınlanan popülasyonun %50'sinin iki ay içinde ölmesi beklenir. Bu LD_{50/60} değeri yeterli destek tedavi ile 5,0- 6,0 Gy'e kadar yükselebilir. Tablo-2 tüm vücut ışınlamalarında kullanılan belli başlı tanısal metodlarını göstermektedir.

İşlem	Bulgu	Ortaya çıkış zamanı	Minimum Işınlanma (Gy)
Klinik Gözlemler	Bulantı, Kusma Eritem, Epilasyon	48 saat içinde Saatler- günler içerisinde 2 – 3 hafta içinde	~ 1 ~ 3 ~ 3
Laboratuvar Tahlilleri Kan sayımı	Absolu lenfosit sayımı a < 1G/L	24 – 72 saat içinde	~ 0.5
Sitogenetik Tetkikler	^b Disentrik, Halka, Kromozom Parçaları	Saatler içinde	~ 0.2

Tablo-2. Radyasyon Yaralanmalarında Erken Tanı Metodları ^a

^a : Lenfositler saatler içerisinde azalma gösterebilir. İlk sayım mümkün olan en kısa zamanda yapılmalı ve sayım günlük olarak tekrarlanmalıdır. Lenfosit sayısı (G/L) 10⁹ hücre/Litre olarak gösterilmiştir.

^b : Analizler için 24 – 72 saat gerekir.

Işınlanmanın şiddeti genellikle alınan sonuçlara bakılarak yeniden değerlendirme yapılarak tayin edilir.

1. Çok erken bir sınıflandırma, bulantı, kusma, diare, eritem ve ateş gibi klinik semptomlara dayanır. Bu bulgular ve bunların ortaya çıkış zamanları, sıklıkları ve şiddeti dikkatlice kayıt edilmelidir. Bu kazazedeleri, absorbe edilen doz 2 Gy'den az veya çok olmak üzere iki kategoride sınıflandırılmasını sağlar.

2. Doğrulama ve daha doğru bir sınıflandırma özellikle ilk 2 gün içinde lenfositlerdeki azalmanın izlemesini içeren hematolojik sayımlara dayanır ve doz 2 Gy'i geçtiğinde kategori içinde daha detaylı sınıflandırma yapılmasına olanak sağlar.

3. Hastanede, klinik ve laboratuvar bulgularının gelişimine, hematolojik tetkikler ve biyolojik (sitogenetik) ve fiziksel dozimetri gibi daha özel yöntemlerden alınan sonuçlara göre, hastanın durumu daha ayrıntılı ve doğru olarak değerlendirilmesi mümkün olur.

Bu değerlendirmelerin gereksinimlerinin karşılanabilmesi için tıbbi cevabın planlanması ve gerekli tıbbi personelin eğitimi çok önemlidir. Planlamanın etkinliği, afet durumlarındaki tıbbi cevap eylemlerinin tıbbi plan içerisine dahil edilmesi ve düzenli alıştırmalarla tıbbi cevap ekibinin performansının test edilmesine bağlıdır. Çok sayıda kazazedenin olduğu büyük çaplı kazaların tıbbi yönetimi yerel ve ulusal olanaklar ve mevcut kaynaklara bağlı olacaktır. Özel birimler ve/veya personel ihtiyacı uluslararası işbirliğini gerektirebilir.

Lokal Radyasyon Yaralanmalarının Tedavisi

Eritem ve kuru desquamasyon semptomatik olarak tedavi edilebilir. Hidrokortizon içeren losyon veya spreylere ödeme eşlik eden şiddetli eritem ile ilişkili semptomların hafifletilmesinde kullanılabilir. Islak desquamasyonun tedavisi için, günlük pansumanlar ve etkilenen cildin antiseptik solusyonlarda yıkanması yararlıdır. Antibiyotikli kremler de kullanılabilir.

Ülserasyonlar için, ekstremitenin steril bir ortamda izolasyonu veya günlük pansumanlar ve antiseptik solusyonlarla ülserin yıkanması tavsiye edilir. Ağrının azaltılması için analjezikler veya daha güçlü opioidler gerekli olabilir. İkincil enfeksiyonun gösterildiği veya şüphelenildiği durumda topikal veya sistemik antibiyotik tedavisi düşünülmelidir.

Nekroz için, sadece cerrahi tedavi etkindir. Bu, derin nekrozun eksizyonunu takiben bu bölgeye cilt grefti veya diğer greft tiplerinin konulmasını içerir. Cerrahi girişimin genişliği, zamanlaması ve tipi her vaka için ayrı olarak kişi bazında saptanmalıdır. Cilt greftleme sadece altta yatan vasküler yapı sağlam olduğunda mümkündür, aksi takdirde myokütanöz flep veya pediküllü flep yapılmalıdır. Cerrahi ülserektomi, nekrektomi ve amputasyon gerektiren geri dönüşümsüz değişiklikler görüldüğünde endikedir.

Pratikte, γ ışınlanması ile lokal 20 – 25 Gy'lik dozun aşıldığı hemen hemen bütün vakalarda spontan iyileşme mümkün olmayacağından dolayı cerrahi tedavi yerinde bir yaklaşımdır. Daha yüksek dozlarda yüzeysel epitelizasyon olsa bile sekonder ülserler ortaya çıkacağından dolayı iyileşme beklenmez. Klinik olarak geri dönüşümsüz değişiklikler bariz olarak ortaya çıktığında, hastaya operasyonun gerekli olduğu anlatıldıktan sonra, operasyon mümkün olan en kısa zamanda yapılmalıdır. Amputasyon, vasküler hasar, tedaviye dirençli ağrı ve enfeksiyonun kontrol edilememesi gibi altta yatan dokularda yıkıma neden olmuş ciddi vakalarda endikedir. Tablo-3'de akut lokal radyasyon yaralanmasının klinik özellikleri, mevcut tanısal ve tedavi seçenekleri ve kronik progresyonu gösterilmektedir. .

İşinlanma ↓ Doz hesaplaması Rutin tetkikler Özel çalışmalar 1. günün sonu Hikave Fiziksel dozimetri Kazanın yeniden canlandırılması Biyolojik dozimetri Periferel kan sayımları Sperm sayımları Göz muayeneleri Seri renkli fotoğraflar Vasküler sintigrafi CT MR Termografi 1. haftanın sonu ↓ Vasküler sintigrafi Termografi 1. ayın sonu ↓				
PRODROMAL FAZ		LATENT FAZ		AKUT FAZ
KLİNİK TABLO	Semptomlar	Isı hissi Kaşıntı Hassasiyet	Olursa hafif kaşıntı ve ağrı	Ağrı Kaşıntı Parestezi Hiperaleji
	Bulgular	Geçici eritem	Olursa hafif epilasyon	Eritem Ödem Bül oluşumu Yaş deskuamasyon
Tedavi		Semptomatik	Travmadan kaçınmak Analjezikler Hidrasyon emülsyonları (tatlı badem yağı)	Ağrının hafifletilmesi Non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAI) Lokal antibiyotikler Vasodilatatorlar Yara iyileşmesini hızlandıran ilaçlar Platelet adhezyonunu önleyen ilaçlar Epidermal gelişim faktörleri Debridman

Tablo-3. Lokal radyasyon yaralanmasının klinik ve tanısal özellikleri ve tedavi seçenekleri: Akut faz

Vasküler sintigrafi Termografi Biopsi (Histo- immünokimyasal çalışmalar)	Vasküler sintigrafi Kemik sintigrafisi Termografi	Vasküler sintigrafi Kemik sintigrafisi Ultrasonografi (fibrosis) Termografi
← 1. yıl → 2. yıl →		
İYİLEŞME VEYA KRONİK GELİŞİM (SKLEROZİS VE FİBROZİS) (İKİNCİL ENFEKSİYON OLASI)		
Ağrı	Yaranın yeniden açılması Vaskülitis (olası) Ağrı Geç eritem Ödem Ülser Nekrosis (Spontan iyileşme imkansız)	Ağrı Değişmiş duyuşal ve termal duyarlılık Parestezi Cilt kuruluğu
Ülserasyon Nekroz		Atrofi, telanjektazi, pigmentasyon değişiklikleri, keratoz, epilasyon veya saç problemleri, deformiteler (ankilozis), fonksiyonel bozukluklar
Cerrahi (Nekrektomi, cilt greftleri, amputasyon)	Konservatif: Analjezikler Non-steroidal anti-inflamatuvar ilaçlar Cerrahi (Nekrektomi)	Travmadan kaçınma Rehabilitasyon Superoxide dismutase (Liposomal ve topikal) Cerrahi

Tablo-3. (devamı) Lokal radyasyon yaralanmasının klinik ve tanısal özellikleri ve tedavi seçenekleri: Kronik faz

Akut Radyasyon Sendromunun Tedavisi

Tedavi gerçek semptomlar, bulgular ve rutin laboratuvar testlerinin sonuçlarına dayandırılmalıdır. Başlangıç semptomları ve bulguları radyasyona özel değildir. Dikkatli gözlem ve tekrarlanan laboratuvar çalışmaları, daha fazla bilgi toplanıncaya ve klinik belirtiler aşikar hale gelinceye kadar değerlendirme yapabilmenin tek yoludur. Ciddi yaralanmayı ilk 48 saat içinde ekarte ettirecek en yararlı tek laboratuvar testi absolu lenfosit sayımıdır.

Acil serviste bulantı ve kusma yakınmaları olan hastalar semptomatik olarak tedavi edilmeli ve günlük kan sayımları ile monitörize edilmelidir. Eksternal radyasyon dozu 1 Gy'den daha olan kazazedeler, eğer absolu lenfosit sayımı sonuçları ve doz hesaplamaları bunun uygun olacağını gösteriyor ise ayaktan takip edilebilir. Radyasyon dozu 1Gy'i geçen hastalar gözlenmelidir.

ARS'nun daha ileri tedavisinde temel prensip, kemik iliği depresyonunun ortaya çıkaracağı komplikasyonları önlemektir. Bu yaklaşım profilaktik antibiyotiklerin uygulanması ile kan ürünlerinin (plateletler ve eritrositler) transfüzyonunun yerine geçmiştir. Profilaktik platelet ve eritrosit transfüzyonları, platelet sayımları 20G/L' den ($1G/L = 10^9$ hücre/L) ve hemoglobin 100g/L'den az olduğunda yapılır. Profilaktik antibiyotiklerin kullanılmasına ve kan ürünlerinin transfüzyonuna, hastaların antiseptik bir koşutta izolasyonundan ve ateş, kanama, orofaringeal ülserasyonlar ve nörolojik ve vasküler değişiklikler gibi semptomlarının dikkatli klinik gözlemlenmesinden sonra karar verilir. Mikrobiyolojik moniterizasyon etkili bir enfeksiyon tedavisine önderlik eder. Ateş 38 °C den daha yüksek olduğunda kan kültürleri alınmalıdır.

Semptomatik ve destekleyici tedavi de gereklidir. Bu trankilizanların ve ağrıyı hafifleten ilaçların kullanımı, destekleyici sıvı tedavisinin uygulanması ve yeterli beslenmeyi içerir. Damar yolu gerekli olduğunda sıvı, elektrolit ve beslenmeyi desteklemek için açık tutulmalıdır. Hastane enfeksiyonunu önleyici, steril gıdaların kullanımı gibi önlemler alınabilir. Çiğ sebze ve meyvelerden kaçınılmalıdır.

Hasta bakımı agranülositozis ve immün yetersizliğin sonuçlarını önlemeye yönelik olacağından hematolojist ve onkologların yardımı arzu edilir.

Kemik İliği Transplantasyonu

Kemik iliği transplantasyonu (KIT) dozun, kemik iliğinin spontan iyileşmesini olanaksız kılacak kadar yüksek olduğu tüm vücudu ışınlanan kazazedeler için mantıklı bir tedavi olarak görünmektedir. Bununla birlikte, KIT'nun pek çok kısıtlamaları vardır. Bunlar, doku uyumlu donörlerin belirlenmesi, yaş kısıtlamaları, lenfopenik hastalarda HLA (İnsan Lenfosit Antijeni) belirlenmesi, ek immünosupresyon ihtiyacı ve graft versus host hastalığının ortaya çıkma riskleridir.

Çernobil'de ve İsrail'de Soreq ışınlama tesisindeki kazalardan kazanılan tecrübeler KIT'nun radyasyon kazazedelerinin tedavisinde rolünün sınırlı olduğu ve ancak az sayıda ışınlanmış kişide yarar sağlayabileceğini kuvvetle düşündürmüştür. Bu tecrübelerle göre, KIT sadece 8 – 12 Gy aralığında doz alan, dozun tüm vücuda eşit bir biçimde dağıldığı, ciddi deri hasarlarının olmadığı ve ciddi internal kontaminasyon ve konvansiyonel yaralanmaların olmadığı durumlarda düşünülmelidir.

Greftlemenin zamanlaması önemlidir ve tüm tartışmalar erken KIT nun yapılması hatta kazadan sonraki ilk hafta içinde yapılması lehinedir. Greftleme immünosupresyonun en yüksek olduğu periyodda yapılması graft rejeksiyonu şansını azaltabilir. Bu şartlar vücut içindeki doz seviyelerinin ve doz dağılımının saptanması için güvenilir klinik, biyolojik ve dozimetrik bulguların önemini gözardı etmektedir. Güvenilir fiziksel dozimetri ve hematolojik parametreler olmaksızın allojenik KIT'nun yapılma endikasyonu yoktur.

Tüm vücut Dozu (Gy)	1 – 2	2 – 4	4 – 6	6 – 8	> 8
ARS'nin Ciddiyet Derecesi	Hafif	Orta	Ciddi	Çok ciddi	Öldürücü
Tıbbi Tedavi ve Yönetimi	En fazla 1 ay süre için ayaktan izleme	Hastanede bakım			
		Olabildiğince erken izolasyon			
		İlk hafta içinde veya mümkün olabildiğince erken G-CSF veya GM-CSF		IL – 3 VE GM-CSF	
		Geniş spektrum aktiviteli antibiyotikler (latent periyodun sonundan itibaren), Antifungal ve antiviral ilaçlar (gerekli olduğunda)			
		Kan elemanlarının (plateletler, eritrositler) transfüzyonu (gerekli olduğunda)			
		Tam parenteral beslenme (ilk hafta) , metabolizmanın düzeltilmesi, detoksikasyon (gerekli olduğunda).			
				HLA uyumlu allojen (KIT) (ilk hafta)	Sadece semptomatik tedavi

Tablo-4. Akut Radyasyon Sendromunun Derecesi ve Ciddiyetine Göre Temel Tedavi Yaklaşımları.

KIT : Kemik İliği Transplantasyonu; G-CSF : Gronülosit – koloni uyarıcı factor; GM-CSF : Gronülosit, makrofaj – koloni uyarıcı factor; IL – 3 : İnterleukin

Hematopoietik Büyüme Faktörlerinin Kullanılması

Gronülosit – koloni sitimule edici faktörler (G-CSF) ve gronülosit – makrofaj koloni sitimule edici faktörler (GM-CSF) ışınlanmadan sonra hastalarda hematopoietik iyileşme hızını artırır ve kemik iliğinde halen mevcut canlı kök hücrelerinin varlığında KIT ihtiyacını ortadan kaldırabilir. İnterleukinler (IL-1, IL-3), GM-CSF ile sinerjistik etki gösterir.

Son 10 yıl süresince, bu faktörler, öldürücü sınırdaki radyasyon ışınlanmasından sonra kemik iliği iyileşmesini hızlandırmak için yeterli potansiyele sahip olduklarından tavsiye edilmektedirler. Goiania, San Salvador, Soreq ve Nesvizh kazalarının radyasyon kazazedelerinde başarı ile kullanılmışlardır.

Tedavi Seçimi İçin Kriterler

1. Eğer lenfosit sayısı ilk hafta içinde 0,2 – 0,5 G/L (200 – 500 hücre/ μ l) ise, kendiliğinden iyileşme mümkündür. Tedavi, izolasyon , antibiyotikler ve platelet infüzyonlarını da içeren destekleyici tedaviyi içerir. Büyüme faktörleri kullanılabilir.
2. Eğer lenfosit sayısı 1. haftada 0,2 – 0,5 G/L' den daha düşükse, muhtemelen kök hücreler dönüşümsüz olarak hasar görmüştür. Tedavi yukarıdaki gibidir. Ek olarak büyüme faktörü tedavisi seçilecek metoddur.
3. Eğer ilk hafta içinde lenfosit sayısı 0,1 G/L' den aşağı düşerse, büyüme faktörleri ile tedavi ve BTM düşünülmelidir.

Radyonüklidlerle Kontaminasyon

Radyoaktif kontaminasyon eksternal veya internal olabilir. Biyolojik ve olası sağlık sonuçları aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

1. Giriş yolu
2. Dağılım şekli
3. Radyonüklidlerin organlardaki birikim bölgeleri
4. Kontaminasyona sebep olan radyonüklidden yayılan radyasyonun özelliği
5. Vücuttaki radyoaktivite miktarı
6. Kontamine edicinin fizikokimyasal özellikleri

Bu bilgiler kontamine olmuş bireylerin yeterli değerlendirmesi ve tıbbi yönetimi için gereklidir.

Kontaminasyonun Tanısı

Dış kontaminasyon durumlarında, yüzey kontaminasyon monitörleri (Geiger-Müller dedektörleri) gibi fiziksel ölçüm cihazları kullanılabilir. Ayrıca vücut yüzeyinden ve orifislerinden (burun ve kulak) sürüntü örnekleri alınmalı ve ölçülmelidir.

Inhalasyon, sindirim yolu, yaralardan veya görünüşte hasarsız ciltten absorpsiyon yoluyla gerçekleşen internal kontaminasyon durumunda, fiziksel ölçümler, tiroid monitörizasyonu, tüm vücut sayımı, gama kamera ölçümü, kan ve ekskresyonların analizleri ile yapılır. Daha sonrası için tüm idrar ve gaita örnekleri toplanmalı ve örnek alma zamanı kaydedilip etiketlenmelidir.

Kontaminasyon tanısının amacı, radyoaktif maddenin vücuda alınış (intake) zamanı, söz konusu radyoizotopların türleri ve vücut yüzeyinde veya organizma içinde dağılımları hakkındaki bilgiyi elde etmektir. Bir veya birkaç radyonüklidle olan basit kontaminasyon durumunda, başlangıçta hiç bir klinik belirti olmayacaktır.

Çalışmalara Katılanlar İçin	İşleme katılan tüm personel başlık, eldiven ve maske ile birlikte koruyucu giysi kullanmalıdır. Maske ve eldiven kenarları bantlanmalıdır. Yardımcı ve ambulans personeli işleri bittikten sonra ayrılmadan önce kontaminasyon için taramadan geçirilmelidir.
Oda Hazırlanması	Rir izolasyon odası veya genel acil servis alanından uzakta bir oda kullanılmalıdır. Hava sirkülasyonu engellenmeli, direnaj sistemi olan bir küvet veya hasta masası sağlanmalıdır. Atık su ve kontamine olmuş her türlü malzemenin toplanması için kaplar ve plastik torbalar olması gereken diğer yararlı unsurlardır.
Yüzey Ölçümleri	β ve γ dedeksiyonu yapabilen, kalite kontrolleri düzenli yapılan bir Geiger-Müller sayıcısı genellikle yeterlidir. Cihaz skalasının son sınıra dayanması yüksek ışınlama hızını belirtir ve ölçüm sınırı daha yüksek bir cihaz (iyon odası) kullanılması gerekebilir. Tarama kişinin vücudundan yaklaşık 25mm mesafede yapılmalı ve dedektör 50mm/sn'den daha hızlı hareket etmemelidir.
Personel Dozimetreler	Film badge veya termoluminesans dozimetreler minimum gereklilik olarak sayılsa da, direkt okunan personel dozimetreler tercih edilir. Işınlanma seviyelerinin mantıklı olarak en düşük seviyelerde tutulmalı fakat hangi durumda olursa olsun ulusal yetkili otoritelerce tespit edilen limitler aşılmamalıdır.

Tablo-5. Koruyucu Ölçümler İçin Rehber.

Tedavi

Radyonüklid yıkamayla, çözme ile veya cildin üst ölü tabakasını (stratum korneum) kaldıran materyal ile uzaklaştırılmalıdır. Kontaminasyonun vücutta dağılımı mutlaka önlenmelidir. Cildin abrasyonundan kaçınılması kuraldır. Ciltten madde geçişini kolaylaştıran ürünler kullanılmamalıdır. Başlangıç cilt dekontaminasyonu spot olarak yapılmalı, vücudun diğer bölgelerine herhangi bir bulaşma olmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Kontaminasyonun giderildiğinin teyidi ve eğer gerekli ise, kalan veya o bölgeye sabitlenmiş olan kontaminasyonu uzaklaştırmak üzere daha ayrıntılı tedavi çalışma yerindeki tıbbi tesiste yapılmalıdır. Eğer radyoaktif kontaminasyon tespit edilirse olaya müdahale edenlerin korunması ve kaza yerinde, hastaların nakli sırasında ve tıbbi tesisde kontaminasyonun yayılmasının en aza indirilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır (Tablo 5-6).

İnternal kontaminasyonun bilindiği veya şüphelenildiği durumlarda dekontaminasyon işlemleri mümkün olduğunca çabuk başlatılmalıdır.

Dekontaminasyon

Acil odasında ilk ve önemle üzerinde durulması gereken konu radyoaktivitenin yayılmasının önlenmesi ve en uygun dekontaminasyonun sağlanmasıdır (Tablo-7).

Kontamine olmuş olma olasılığı olan bir kişinin geleceğinin önceden bildirilmesi, ön hazırlıkların yapılması için çok faydalıdır. Radyonüklidlerin absorpsiyonu, özellikle iyonik veya diğer çözünebilir formda olduklarında, kapiler ağız açık olduğu bölgelerde çok hızlıdır. Ağız ve burun mukozası radyonüklidlerin diğer giriş bölgeleridir ve ağız ve burnun izotonik solüsyonlarla dikkatlice yıkanması kontaminasyon ve absorpsiyon seviyesini azaltabilir.

Bölgesel yüzey kontaminasyonu için tavsiye edilen işlem, kontamine bölgeyi etrafındaki alanı bir plastik örtü ile kapatıp, kenarlarını bantladıktan sonra sabun veya deterjanla yıkamaktır. Kontamine yüzey daha sonra kurulmalıdır. Hastanın bir banyoya daldırılması veya duş alması başlangıç önlemi olarak tavsiye edilmez, çünkü bu tür işlemler sıklıkla kontaminasyonun temiz bölgelere yayılmasına neden olur. Parmak uçları, saçlar, burun delikleri ve kulak kanallarının dekontaminasyonun daha zor olduğu bölgeler olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Tırnakların kesilmesi işlemi hızlandırır ve şampuanla yıkama sonrası kontaminant yeterince uzaklaştırılamamışsa saçların kesilmesi veya traş edilmesi düşünülebilir. Plastik veya lastik eldivenlerle kaplanarak gece boyunca ekstremitelerin terletilmesi yararlı olabilir. Yüksek oranda kontamine olmuş yaralar içerisine gömülmüş maddelerin uzaklaştırılabilmesi için cerrahi debridman gerekli olabilir.

Dekontaminasyonda aşırı zorlamadan kaçınmak gerekir. Çernobil’de (1986) ve Goiana’da (1987) meydana gelen kazalarda olduğu gibi, derinin yüksek oranda ısındığı kazalar hariç, kontaminasyonun zararlı etkilerinin görüldüğü hastalar son derecede nadirdir. Dekontaminasyonun amacı sonradan oluşacak olumsuz sağlık etkilerinin gelişmesini önlemek ve aynı zamanda dekontaminasyon ve dekontaminasyon eforlarının oluşturabileceği zararlı etkilerden kaçınmaktır.

Eksternal kontaminasyon	Kontaminasyon monitorizasyon cihazları kullanılır. Cilt, burun delikleri, kulak kanalları, yaralar veya herhangi bir kontamine obje için ucu pamuklu çubuklar kullanılır. Her bir örnek sayım için etiketlenmiş bir test tüpüne konur ^a .
İnternal kontaminasyon	Tüm vücut sayıcısı, gamma kamera, tiroid sayıcısı gibi dedeksiyon cihazları kullanılır. Radyonüklidler kanda bulunabilir veya feçes ve idrarla ekrere edilebilir. Sayım için ekskresyonlar uygun kaplara ve kan örnekleri test tüplerine konulmalıdır.

Tablo-6. Başlangıç Kontaminasyon Araştırması ve Laboratuvar Testleri.

^a : her bir örnek açık bir şekilde etiketlenmeli ve etiketler, hastanın adını, örneğin tipini, alınma tarihini ve zamanını içermelidir.

Materyaller	Ilık su, sabun veya sıradan deterjanlar, yumuşak fırça, sünger, plastik örtüler, bant, havlular, çarşaf, iyot tabletleri veya solüsyonu.
İşlem önceliği	Bütün giysiler çıkarılır ve plastik torbalara konur. Önce hayat kurtarıcı önlemler alınır. Kontamine olmuş alanlar belirlenir, açık bir şekilde işaretlenir ve dekontaminasyon yapıncaya kadar üzeri örtülür. Eğer varsa ilk önce yaraların dekontaminasyonu ile başlanır ve sonra en çok kontamine alana geçilir.
Yara	Yara serum fizyolojik ile birkaç defa yıkanır. Bazı durumlarda cerrahi debridman düşünülebilir. Gözler ve kulaklar serum fizyolojik ile nazikçe yıkanır.
Bölgesel kontaminasyon	Kontamine olmamış bölge plastik örtü ile kapatılır ve kenarları bantlanır. Kontamine bölge sabunla nazikçe fırçalanır ve durulanır. Bu işleme tekrarlanır ve aktivitede değişiklikler gözlenir. Her bir siklus yaklaşık 2 – 3 dakikadan daha uzun sürmemelidir. Şiddetli fırçalama ve ovmanın oluşturacağı tahrişten kaçınılmalıdır. Bir stabil izotop çözeltisi ile yıkama, işlemi daha kolaylaştırabilir.
Yaygın kontaminasyon	Ciddi yaralanması olmayanlara duş aldırılır. Ciddi yaralanması olanlar sedyede veya operasyon masasında banyo yaptırılır. Islama, fırçalama ve durulama siklusları gözlenmelidir.
Beklenen sonuç	Radyonüklid aktivitesi daha fazla dedekte edilemez veya azalır.
Profilaktik önlemler	Halen kontamine olan alanları plastik örtü ile kaplamak ve kenarlarını bantlamak. Eller için eldiven kullanılabilir. Cildi belli bir süre istirahate bıraktıktan sonra yıkamayı tekrarlar.

Tablo-7. Dekontaminasyon İşlemleri

Dekorporasyon

Dekorporasyon işlemleri akut olarak vücutta birikime neden olan radyonüklidlerle olan internal kontaminasyonu olan hastalarda absorbe edilen radyasyon dozunu azaltmak ve dolayısı ile ileride ortaya çıkabilecek sağlık etkilerini azaltmak için tavsiye edilir (Tablo-8). Bu amaca absorpsiyonun azaltılması ve bu şekilde inkorporasyon ve organlardaki birikimin önlenmesiyle ve olanakların elverdiği en kısa sürede başlandığında daha yüksek etkinlik sağlanan, absorbe edilmiş nüklidlerin vücuttan eliminasyonunun veya ekskresyonunun artırılması ile ulaşılabilir. Gastrointestinal absorpsiyonunu azaltılması, radyoizotopların uzaklaştırılmasının hızlandırılması için mide lavajı, hafif emetikler, purgatifler, aktif kömür, Prusya mavisini (sezyum için), alüminyum içeren antiasitler (stronsiyuma için) ve baryum sülfat radyoaktif maddelerin absorpsiyonu için kullanılır.

Prensip	Dilüsyon, blokaj, şelat oluşturma, mobilizasyon ve kontaminanın eliminasyonu.
İnhalasyon	Nasofarinks ve ve ağız irrigasyonu.
Sindirim Yoluyla Alınma	Çözünmeyen materyaller için müsiller uygulamak, çözünebilir kontaminantlar için sıvı yüklemesi ile diürezisi sağlamak.

Tablo-8. Dekorporasyon İşlemleri

Kontamine edici radyonüklidlerin tipine ve metabolik yoluna bağlı olarak spesifik dekontaminasyon işlemleri kullanılabilir. Bunlar blokaj, dilüsyon ve yer değiştirici ajanları içerir. En çok tiroide konsantre olan radyoiodin için, glandın stabil iyot (potasyum iyodür) ile blokajı radyoiodin uptake'ini önleyecektir. Bu tedavinin etkinliği önemli ölçüde zamana bağlıdır. Stabil iyot bileşiğinin tiroidi bloke edici dozunun radyoiodin alımından 4 saat sonra uygulanması tiroid dozunda sadece %50 azalma sağlar. Radyoiodin alımından bir gün sonra yapılan tiroid blokajı etkisizdir. Kaza ile radyoiodin alımını takiben mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde günlük tek KI dozu, hastanın yaşına bağlı olarak aşağıdaki gibi verilmelidir: Anne sütü ile beslenmeyen bebeklerde 10 – 20mg, 1 – 10 yaş arası çocuklarda 20 – 50mg, 11 – 18 yaş arası 50 – 100mg ve yetişkinlerde 100 – 300mg'dır. Bu tedaviye inek sütü, yeşil yapraklı sebzeler veya taze meyveler gibi ¹³¹I ile kontamine olmuş gıdaların yenmesi riskine karşı birkaç gün devam edilebilir.

Trityum alınması durumunda, çok fazla miktarda sıvı (çay, su) bir haftalık bir süre boyunca dilüsyon yapmak için uygulanmalıdır. Aynı zamanda, diüretikler de verilebilir.

Mobilize edici (yer değiştirici) ajanlar doğal dönüşüm işlemini arttıran bileşiklerdir, bundan dolayı vücut dokularından radyonüklidlerin atılmasını artırırlar. Bu maddeler ışınlanmadan hemen sonra verildiklerinde daha etkilidirler. Bununla birlikte, bazıları birkaç hafta içinde verildiklerinde de etkili olurlar. Şelat yapıcı dietilen triamin penta asetik asit (DTPA) (inhalasyon vakalarında aerosol formunda) ve desferoksamin gibi ajanlar sistemik veya lokal olarak cilde direk uygulama veya akciğer lavajıyla uygulanabilir. Akciğer lavajı sadece çok fazla miktarda kontaminant gösterilmişse ve çok iyi eğitilmiş uzmanlarca yapılmalıdır.

Kombine Radyasyon Yaralanmaları

Kombine radyasyon yaralanmaları (KRY) radyasyon etkilerinin mekanik, veya kimyasal yaralanmalarla birleştiği durumlarda olur. Böyle kombinasyonlar prognozu daha kötüleştirir. Ölüm riski KRY varlığında önemli ölçüde artar. Anlaşılabildiği gibi tanı, tedavi

ve prognoz bu vakalarda çok daha karmaşıktır. KRY'nın tanısında bazı özellikler vardır. Laboratuvar testleri, hematolojik indeksler ve diğerleri, kombine yaralanmanın radyasyon bileşenin tanısını güçleştirecek şekilde etkilenebilir. Sitogenetik yöntemler de toksik kimyasallardan etkilenebilir ve bu nedenle doğru değerlendirilmeler için uygun olmayabilir.

Sınıflandırma

Diğer faktörlerle radyasyon dozunun kombinasyonuna göre KRY aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Termal KRY: Termal yanıklarla birlikte eksternal veya internal ışınlama,
2. Mekanik KRY: Yaralanma veya kırık veya hemoraji ile birlikte eksternal veya internal ışınlama ,
3. Kimyasal KRY: Kimyasal yanıklar veya kimyasal intoksikasyonla birlikte eksternal veya internal ışınlama.

Tedavi

Konvansiyonel travmaya tıbbi yaklaşım ve hayat kurtarıcı aktiviteler önceliğe sahiptir. Kombine yaralanmanın tipine ve derecesine göre tedavi kişiselleştirilmelidir. Radyasyon yaralanmalarının latent periyodu olması özelliği nedeniyle, KRY'nın radyasyon dışı komponentinin bütün önemli tedavileri ilk iki veya üç hafta boyunca yapılmalıdır. Kemik iliği ve lokal radyasyon yaralanmalarının tedavisi için daha sonraki çabalar gerekli olacaktır.

15 MAYIS 2003

2. OTURUM

BİYOLOJİK SAVAŞ AJANLARI ve TIBBİ YAKLAŞIM

Oturum Başkanı: Prof.Hv.Tbp.Kd.Alb. Alaaddin PAHSA

Saat: 11:00-12:15

Biyolojik Savaş Ajanlarının Genel Özellikleri

Prof.Dz.Tbp.Kd.Alb.
Levent DOĞANCI

Biyolojik Savaş Ajanlarının Tanı Yöntemleri

Doç.Tbp.Yb.
Mehmet BAYSALLAR

Biyolojik Savaş Ajanlarının Klinik ve Tedavi
Yaklaşımları

Prof.Hv.Tbp.Kd.Alb.
Alaaddin PAHSA

Biyolojik Savaş Ajanlarından Korunma
Yöntemleri

Yrd.Doç.Tbp.Kd.Bnb.
Ufuk DİZER

BİYOLOJİK SAVAŞ AJANLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Prof.Dz.Tbp.Kd.Alb. Levent DOĞANCI
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Mikrobiyoloji ve Kl. Mik. Anabilim Dalı Başkanı

İnsan, hayvan ve yararlı bitkilerde ölüm veya hasar meydana getirmek için kullanılan mikroorganizmalar veya mikroorganizma toksinleriyle yapılan savaş biyolojik savaş olarak kabul edilir.

Biyolojik silah kapsamında olan patojen mikroorganizmaların, tarihin çok eski çağlarından beri değişik yöntemler ile kullanıldığına dair bilgiler vardır. 1347 yılında Tatarlar'ın Kırım Savaşında veba (plague) salgınından ölen insan ve hayvan leşlerini mancıklarla fırlatarak Cenevizlileri mağlup ettikleri tarihi bilgiler arasındadır. İkinci Dünya Savaşı sırasında sınırlı bir şekilde biyolojik ajanlardan veba basili ve trichothecene mycotoxin (Yellow Rain) kullanılmıştır ve daha sonra geniş çaptaki askeri operasyonlar için biyolojik silah geliştirme dönemi başlamıştır. 1970'lerin sonlarında Laos ve Kamboçya'daki savaş sırasında T2 mycotoxin'in aerosol formunda kullanıldığı ileri sürülmüştür. 1979 Nisan'ında eski Sovyetler Birliği'nde, aerosol formunda Anthrax sporlarının bir Mikrobiyoloji Araştırma Enstitüsünden salınımının 200-100 arasında ölümlere yol açtığı bugün bilinmektedir. 1991 yılında patlak veren Körfez Savaşı sırasında Irak'ın anthrax, botulinum toxini, aflotoxin ve ricin gibi bir çok biyolojik ajanı roket ve sprej tanklarında silah halinde bulundurduğu saptanmıştır.

Biyolojik silahların üretimini, geliştirilmesini ve depolanmasını yasaklama amacıyla 1925 yılında Cenevre Protokolü ile başlayan girişimler 1972 yılında ABD dahil birçok ülkenin imzaladığı bir anlaşma ile devam etmiştir. Türkiye Cumhuriyeti bu anlaşmaya 26 Mart 1975 yılında imza atarak taraf ülke olmuştur.

Bakteri, virüs, fungus ve toksin gibi öldürücü hastalık yapıcı ajanlardan oluşan biyolojik silahlar genellikle şu özelliklere sahiptirler;

- 1- Biyolojik silahlar hayvan, bitki ve insanlar üzerinde hastalık yapıcı etki gösteren patojen mikroorganizmalar, doğada patojen olma özelliği olmadığı halde genetik girişimler sonucu hastalık yapıcı hale getirilen mikroorganizmalar ve bunların ürettikleri toksinlerden yapılabilirler.
- 2- Son derece öldürücü özellik taşıyabilirler (Botulinum A toksini, sarin gazından 100.000 kez daha toksiktir).
- 3- Çok geniş bir dağılım gösterebilirler, değişik sürelerle, değişik organ ve dokularda hasar ortaya çıkartabilirler. Ancak çoğu zaman yara ve çatlak olmadıkça sağlam deriye nüfuz etmezler. Bu nedenle solunum veya sindirim yolundan bulaşmaları gerekir.
- 4- Sekonder geçiş veya bulaşma riski kimyasal silahlara göre çok daha fazladır.
- 5- Gecikmeli bir etkiye sahiptirler. Hastalık etkeni olan patojen mikroorganizmanın inkübasyon süresine bağlı olarak birkaç günden birkaç aya kadar olan bir süreçte etkileri görülebilir. Bu özellik biyolojik silahları, kimyasal silahlardan ayıran önemli bir özelliktir.
- 6- Açık alanda belirlenmeleri oldukça zor ve zaman alıcıdır.
- 7- Kullanıldıkları bölgelerde dost-düşman ayrımı yapamayacaklarından, kullanıcı taraf için de tehdit oluşturabilirler.

- 8- Kullanıldıkları bölgeden hasta insan, taşıyıcı canlılar (portör, rezervuar, vektör böcekler gibi) veya su ve besin maddeleri yolu ile diğer bölgelere yayılırlar. Turizm ve uluslararası ticaret, hızlı nakil araçları bu yayılımı daha da belirginleştirir.
- 9- Ani etkili ve çevreden hızla kaybolabilecekleri gibi (Stafilokok toksini), yıllarca ciddi bir çevre kirliliğine (Şarbon sporları) yol açabilirler.
- 10- Biyolojik ajanlar kolay üretilabilir ve depolanabilir, kolay uygulanabilir, ancak çok pahalı korunulabilir silahlardır.
- 11- Tarihin ilk zamanlarından, günümüze kadar birçok savaş ve çatışmada kullanılmışlardır.
- 12- Biyolojik savaş ajanları, kolayca biyoteknoloji, aşı ve ilaç üretimi, tarım ve hayvancılık gibi insani amaçların arkasına gizlenebilir.
- 13- Kullanımları sinsi ve kolaydır. Duyularla varlıkları anlaşılmaz.
- 14- Şiddet ve terör etkisiyle kitleleri paniğe uğratma özellikleri çok fazladır.
- 15- Doğal bir epidemi (salgın) olasılığı nedeniyle, bu silahların kullanılıp kullanılmadıklarına karar vermek her zaman mümkün olamayabilir.

BIYOLOJİK SAVAŞ AJANLARININ TANI YÖNTEMLERİ

Doç. Tbp. Yb. Mehmet BAYSALLAR
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Mikrobiyoloji ve Kl. Mik. Anabilim Dalı Başkanlığı

Biyolojik savaş ajanlarının tanımlanması, klinik örneklerden ve çevresel örneklerden olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Hastanın anamnezi, hastaya radyolojik vb. gibi ilave tetkiklerin yapılabilme olanağı, hastanın sahip olduğu semptomlar ve bu doğrultuda nereden ve hangi örneğin alınacağını bilmesi, klinik örneklerden tanımlama yapma başarısını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Yine, çok sayıda olan biyolojik ajanlarda öncelik belirlemeleri veya en azından sayılarını sınırlandırmaları nedeniyle istihbari bilgiler hızlı tanımlamanın vazgeçilmez unsurlarından birisidir.

Genel olarak aşağıda sıralanan faktörler nedeniyle biyolojik savaş ajanlarının tanımlanması, kimyasal ajanlara oranla güçlük arz etmektedirler;

- 1-Biyolojik ajan sayısının çokluğu,
- 2-Her bir ajanın değişik özelliklere sahip olması,
- 3-Düşman veya teröristin hangisini kullanacağını bilinememesi,
- 4-Kullanıldıklarında görünmez, kokusuz ve tatsız olmaları,
- 5-İnkübasyon süreleri nedeniyle geç belirti vermeleri,
- 6-Geç belirti ve fark edilmez oluşları nedenleriyle olay mahallinin bilinmemesi ve dolayısıyla doğru çevresel örnek almada zorluk,
- 7-Doğru zamanda, doğru yerden ve uygun örneğin alınıp alınmadığı konusundaki belirsizlik,
- 8-Kullanılan tanı yöntemlerinin yanlış pozitiflik ve yanlış negatiflikleri,
- 9-Çok önemli olan hızlı tanının yeni teknoloji ürünü cihazlar gerektirmesi ve bunun getireceği mali yük,
- 10- İnfeksiyon hastalıkları semptomlarının birbirine benzemesi,
- 11-O bölgede doğal bir salgın olabileceği ihtimali.

Biyolojik ajanların nasıl saptanacağı konusuna girmeden önce nasıl bir ortamda çalışılması gerektiği ve nelere dikkat edilmesi gerektiği konusunun altı çizilmelidir. Biyolojik saldırılarda en çok kullanılacak ve en etkili yolun aerosol yol olması ve yine gündemde olması nedeniyle şarbon basili baz alındığında;

İşlemlerin Biyolojik Güvenlik Seviyesi 3 (P 3) olan mikrobiyoloji laboratuvarlarında ve Class II Biyolojik Güvenlik Kabinleri içerisinde gerçekleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca bu tür laboratuvarlarda çalışma prensibi olan laboratuvar giysileri, uygun maske, eldivenler, laboratuvar gözlükleri vb.'nin mutlaka kullanılması ve yine bu çalışma sırasında kullanılan malzemelerin ve çalışma ortamının % 0.5 hipoklorit solusyonu ile dekontamine edilmesi gerekmektedir. Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi'nde P 3 seviyesinde bir laboratuvar mevcuttur.

Hangi ajan için nereden örnek alınacağı tablo-1’de verilmiştir. Bu arada nereden örnek alınacağını yanı sıra ne zaman örnek alınması gerektiği de önemlidir. Örneğin botulinum toksini bunu soluyan hastaların burun deliklerinde bulunabilir ve teması izleyen 24 saat içinde örnek alınmasını gerektirir. Yine stafilokok enterotoksin B (SEB) intoksikasyonuna maruz kalındığında SEB ve metabolitleri birkaç saat içinde idrarda bulunabilmektedir. Şarbon sporları ile temas etmiş kişilerin nazofaringeal bölgelerinden 48 saat geçtikten sonra alınan örneklerde ajanı saptama olasılığı çok azalmakta, yedinci günden sonra saptama olasılığı hemen hemen hiç kalmamaktadır. Ancak bu kişilerden 12-24 saat içinde yapılacak kan kültürleri pozitif sonuç verebilmektedir. Hayvanlar üzerinde şarbon sporları için yapılmış ve aerosol tarzındaki bir saldırıda sporların daha çok nerelerde toplandığı ve nerelerden örnek alınması gerektiğini belirlemeye yönelik deneysel bir çalışmada; maymunlarda yüzün saçlı bölümü, burun delikleri ve yüzün saçsız bölümünün sporların en yoğun olarak biriktiği bölümler oldukları saptanmıştır. Yanak içi, farinks ve konjunktivada birikimin daha az olduğu gözlenmiş, maruziyetten bir saat sonra faringeal bölgede hiçbir sporun kalmadığı belirlenmiştir.

Çevresel örneklerde, doğru yerden örnek alınmasının yanı sıra sürüntü örneklerinin ıslak veya kuru pamuk uçlu swablarla alınması bile saptama olasılığını etkilemektedir. Amerika Birleşik Devletleri’ndeki 11 Eylül olaylarından sonra gelişen biyolojik terör hareketleri sonrası alınan çevresel örneklerde ıslak silgiçlerle ve HEPA vakum ile alınan örneklerin en etkili örnekler oldukları belirlenmiştir.

Tablo-1
Laboratuvar Örnekleri

<u>Ajan</u>	<u>Yüz veya burun sürüntüsü</u>	<u>Kan kültürü</u>	<u>Smear</u>	<u>Akut ve nekahat serumları</u>	<u>Dışkı</u>	<u>İdrar</u>	<u>Diğer</u>
Antraks	+	+	Plevral sıvı ve BOS, mediastinal lenf nodu, dalak	+		-	Deri lezyon aspiratı
Bruselloz	+	+	-	+	-	-	Kemik iliği ve BOS kültürleri; dokular, eksudalar
Kolera	-	-	-	+	+	-	
Veba	+	+	Balgam	+	-	-	Bubo aspiratı,BOS, Balgam, lezyon kazıntısı, Lenf nodu aspiratı
Tularemi	+	+	+ ²	+	-	-	
Q-ateşi	+	⁴	Lezyonlar	+			Akciğer,dalak lenf nodları, kemik iliği
Congo- Crimean Hemorajik ateşi	+	³	-	+	-	-	Karaciğer
VEE	+	³	-	+	-	-	BOS
Clostridial Toksinler	+	-	Yara dokusu	+	+	-	
SEB Toksinini	+	-	-	+	+	+	Akc,böbrek
Ricin Toksinini	+	-	-	+	+	+	Dalak,akciğer böbrek

¹18-24 saat içinde

²İnfekte lenf nodu smearlerinde floresan antikor testi.Gramboyamanın değeri düşük

³Uygun ortamda kandan ve boğaz sürüntüsünden virus izolasyonu.

⁴*C. burnetii* kanda günlerce kalabilir ve desikasyona dirençlidir. EDTA'lı antikoagulan kan tercih edilir. Güvenlik seviyesi 3 olan laboratuvarlar dışında kültürü yapılmamalıdır.

Göndericisi belli olmayan ve beklenmeyen şüpheli mektup veya paketlerde yaklaşım çok ciddi olmalıdır. Paket olduğu yerde bırakılmalı, gerekirse havalandırma sistemleri kapatıldıktan sonra oda boşaltılıp kapısı kapatılmalı, yetkili ve deneyimli kişilere haber verilmelidir. Bu arada temas etmiş olan kişiler ellerini iyice sabunla yıkamalıdır. Maruz kalan kişiler ve eşyalarının izolasyonu dahil koruyucu önlemler alındıktan sonra paket teçhizatlı yetkililer tarafından mutlaka sağlam bir plastik kap içine yerleştirilmeli ve bu kap sızdırmaz bir şekilde bantlanmalıdır. Birden fazla örnek varsa her biri ayrı bir kaba konulmalıdır. Daha sonra bu kap yine sızdırmaz ikinci bir kaba yerleştirilmeli ve ikinci kabın dışı hipoklorit ile dezenfekte edilmelidir. Bu ikinci kap üçüncü bir kaba konarak sorumluluk sahibi bir kişi ile uygun laboratuvara gönderilmelidir. Maruz kalan kişilerden uygun klinik örneklerin ve olay mahallinden çevre örneklerinin yetkili kişilerce alınması ihmal edilmemelidir. Bu arada bu denli laboratuvar önlemlerinin özellikle bu paketlerin açılması esnasında gerekli olduğunu, kültüre etme işlemi tamamlandıktan ve dezenfeksiyon prosedürleri uygulandıktan sonra aerosol yolla bulaş riskinin çok azaldığını hatta ortadan kalktığını vurgulamak gerekiyor.

Kültür gibi standart mikrobiyolojik tekniklerle tanımlama en az 24 saat gibi bir zaman alacağından PCR olarak bilinen polimeraz zincir reaksiyonu en uygun tanımlama yöntemlerinden birisi gibi görünüyor. PCR ile örneğin gelmesinden itibaren 5-6 saat gibi kısa bir sürede sonuç verilebilmektedir. PCR örnek başına yaklaşık 12-15 milyon TL'na malolmaktadır. Bu arada PCR testinin en önemli kısmını oluşturan amplifikasyon dönemi süresini çok daha kısaltan cihazların olduğundan da söz etmek gerekiyor. Örneğin Indy Air Thermocycler adındaki cihaz bir çalışmada 24 örnek çalışıp 35-44 (ependorf tüpteki örnek miktarına göre) dakikada 30 siklus yaparken, Rapidcycler adındaki diğer bir cihaz aynı anda 48 örneği çalışıp 30 siklusu sadece 8 dakikada tamamlayabilmektedir.

Biyolojik savaş ajanlarını tanımlama yöntemlerini şu şekilde sıralayabiliriz;

- 1-Etyolojik ajanın kültür ile izolasyonu (bazı ajanlar için bir-iki gün içinde mümkün)
- 2-Toksinlerin mass spectroscopy, hayvan inokulasyonu ve diğer yöntemler ile saptanması
- 3-Antikor saptanması (spesifik IgM 3 gün içinde ortaya çıkar)
- 4-ELISA veya diğer hassas yöntemlerle antijen saptanması
- 5-DNA problemleri kullanarak genom saptanması
- 6-Klinik örneklerde toksik veya infeksiyöz ajanların metabolik ürünlerinin saptanması

Biyolojik ajan maruziyetinde, ne zaman ve nereden hangi örneğin alınması yanı sıra hangi ajan için hangi tanımlama yönteminin kullanılması gerektiği de önemlidir. Örneğin Francisella tularensis, gümüş empregnasyonu veya immunofloresan antikor boyası olmadan doku örneklerinde doğrudan görülebilmesi zor olan zorunlu intrasellüler bir bakteridir. Rutin smear'ler ve kültürler Francisella tularensis açısından genellikle negatiftir, kan kültürleri kolaylıkla elde edilebilirse de genellikle yalancı pozitif sonuçlar verebilmektedir. Bakteriyel ajanlar söz konusu olduğunda, örnek alındığı dönemde antibiyotik başlanmışsa kültür dışında yöntemler tercih edilmelidir. Çapraz reaksiyonlar, kontaminasyonlar vs. düşünüldüğünde biyolojik ajanların bir ikinci-üçüncü yöntemle teyit edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bazı biyolojik savaş ajanlarının tanımlanmasında kullanılan altın standart ve diğer bazı yöntemler tablo-2'de verilmiştir.

Tablo-2 Biyolojik Savaş Ajanlarının Laboratuvar İdentifikasyonları

Ajan	Altın Standart	Antijen Saptama	İmmün deneyler			
			IgG	IgM	PCR	Hayvan Deneyi
Aflatoksinler	Mass spectrometry					
Arbovirusler (Alphavirusleri içerir)	Virus izolasyon/FA, nötralizasyon	X	X	X	X	X
<i>Bacillus anthracis</i>	FA/Std. Mikrobiyoloji	X (PA)	X	X	X	X
<i>Bacillus globigii</i>	Std. Mikrobiyoloji				X	
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Std. Mikrobiyoloji				X	
Bot. Toksinler (A-G)/<i>C. Botulinum</i>	Fare nötralizasyonu/standart mikrobiyoloji	X (A,B,E Toksin)			X	X
<i>Brucella sp.</i>	FA/Std. Mikrobiyoloji	X	X	X	X	X
<i>C. burnetii</i>	FA/yum. Veya hücre kültürü/seroloji	X	X	X	X	X
<i>C. perfringens</i>/toksinler	Std. Mikro./ELISA (alpha ve enterotoksin)	X	X		X	
<i>F. tularensis</i>	FA/Std. Mikrobiyoloji	X	X	X	X	X
Filovirusler	Virus izolasyonu/nötralizasyon	X	X	X	X	X
Hantavirusler	Virus izolasyonu/FA/nötralizasyon	X	X	X	X	X
Orthopox Virusler	Virus izolasyonu/FA/nötralizasyon	X	X		X	X
Ricin Toksin	ELISA	X	X	X	X	X
Saxitoksin	Bioassay		(nötralizas. antikorları)			X
SEA Toksin	ELISA	X	X		*	
SEB Toksin	ELISA	X	X		*	X
<i>Shigella sp.</i>	Std. Mikrobiyoloji	X			X	
Tetrodotoksinler	Bioassay	X	(nötralizas. antikorları)			X
<i>Vibrio cholerae</i>	Std. Mikrobiyoloji /seroloji	X(toksin)	X	X	X	
<i>Yersinia pestis</i>	FA/ Std. Mikrobiyoloji	X (F1)	X	X	X	X

*Saptanmış toksin geni

ELISA - enzyme-linked immunosorbent assays

FA – indirekt veya direkt immunofloresan deneyleri

Std. Mikro./seroloji – elektron mikroskopi dahil mevcut standart mikrobiyolojik teknikleri içerir

Bilim adamları PCR ile yapılan hızlı sayılabilecek tanımlamaları daha da geliştirebilmek için çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu alandaki çalışmaları aşağıdaki örneklerle özetleyebiliriz. Smart Cycler TD System adındaki Lap Top bilgisayara bağlı taşınabilir bir sistem ile hızlı bir şekilde ajana spesifik DNA dizisi saptanarak 30 dakikada sonuç alınmaktadır.

Diğer bir örnek ise laser teknolojisi ile çalışan ve mass spectrometry ile kromatografi cihazlarından oluşan sistemdir ve ajanlar oldukça hızlı ve doğru bir şekilde saptanabilmektedir.

Bir başka hızlı sistem olan ve R.A.P.I.D. biological agent identification system kit olarak bilinen tarama kiti ile de hızlı tanı yapılabilir. Ruggedized Advanced Pathogen Identification Device kelimelerinin kısaltmasından oluşan bu sistem şarbon, veba, salmonella, tularemi ve diğer birçok ajanı saptayabilecek kapasitede, 25 kg ağırlığında taşınabilir bir sistemdir. Sistem, verilmiş bir DNA dizisi mevcutiyyetinde örneği otomatik olarak analiz etme kabiliyyetinde bir cihaz ile çalışmaktadır. Software'i otomatik olarak verileri toplayıp yorumlamakta ve sonuçları rapor etmektedir. Sistem hızlı thermal-cycling teknoloji ve real-time florimetre tekniklerinin birleşiminden oluşmuştur. DNA'yı saptadığı ve amplifiye ettiği için antijen-antikor temeline dayalı testlerden daha sensitiv ve spesifiktir. Bu sistem 32 örneği 25 dakikadan daha kısa bir sürede analiz edebilme yeteneğindedir.

Biyolojik saldırı endişesi bu alanda etkeni tanımlamadan yok etmeye ve dolayısıyla güvenlik sağlamaya yönelik çalışmalara hız kazandırmıştır. Bu amaçla radyoaktif kobalt 60 çomakları içeren su havuzu ve bir Geiger sayacı'ndan oluşan cihaz geliştirilmiş ve bu cihazın bir kamyon dolusu mektubu 6 saat içinde ışınlayıp şarbon bakterisini öldürdüğü bildirilmiştir.

Biyolojik ajanlar sinsi oldukları ve geç belirti verdikleri için, son zamanlarda, "acaba insanlar bir biyolojik saldırıdan nasıl en az dozu alarak kurtulur veya en azından daha inkübasyon süresinin başlangıcında eğer tedavi olanağı varsa tedaviye başlar?" sorusuna cevap bulmak için bilim adamları havadan mikroorganizmaları saptamaya yönelik çalışmalar da yapmaktadırlar.

Lawrence Livermore National Laboratory'de, her yarım saatte bir havayı test eden bir makine keşfedilmiştir. Bu makine önceden programlanmış biyolojik veya kimyasal ajanlardan biri saptandığında sesli olarak alarm vermektedir. Makinaların hava alanları, metrolar ve hükümet binaları gibi terörist hedeflerine yerleştirilebilecek özelliklerde oldukları bildirilmektedir.

Irvine-California araştırma tesislerinde, The Hienergy Microdevices Microsenzor diye adlandırılan, kapalı kaplar içindeki antraks, patlayıcılar, ilaçlar ve diğer organik kaçak malları saptayabilen bir cihaz geliştirilmiştir. Bu cihazda düşük aktivite kaynaklı radyasyon içeren bir emitör nötronları şüpheli pakete göndermekte, gamma ışınları organik maddeleri dik açı ile dedektöre aktarmaktadır. Dedektörde analiz edilip sonuçlar elde taşınan küçük bilgisayarda gösterilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde Incident Response Sampling Kit adı altında pazarlanan ve hava,sıvı ve katı örnekleri almak için değişik kaplar ve vasatlar içeren bir örnek alma kiti geliştirilmiştir.

Türkiye'de bir firma tarafından, bir çanta içerisine yerleştirilmiş şekilde tasarlanan ve içerisinde havadan virus dahil tüm mikroorganizmaları yakalamak, sudan aynı şekilde örnek

almak için filtrasyon sistemi, sudan ve havadan kimyasal ajanları saptamak için indikatorl  kağıt taşıyan t p ve düzenekler bulunan bir kit geliştirilmiş durumdadır. Çantanın ortasında zaman ve geçirilen hava miktarının ayarlanabileceği bir vakum pompası düzeneği vardır.

Biyolojik ajanlar terörist saldırılar yanı sıra topyek n savaşlarda da kullanılabileceğinden (ki Basra Körfezi Savaşında Irak'ın botulinal toksin, aflatoksin ve antraks sporlarını roketlere, uçak sprey tanklarına ve SCUD füze başlıklarına yerleştirip beklettiği iddia ediliyor) Amerika Birleşik Devletleri'nde Light Detection and Ranging – Biointegrated Detection System (LIDAR-BIDS) adı verilen bir deteksiyon sistemi üzerinde uzun süredir çalışmalar yapılmaktadır.

LIDAR sistemi deneysel olarak doğal ve suni aerosol bulutlarını saptamakta kullanılmaktadır. Sistem; 5000 feet'den daha yüksekte rüzgara karşı dikine olarak uçan bir helikoptere yerleştirilmiş bir pulsed laser, bulut ile karşılaşıldığında ışınların dağılımını kaydeden bir aynalı teleskop ve foton dedektörü içermektedir. Laser ile 100 km boyunca incelenebilen atmosferden, öncelikle herbiri    hava örnek alıcısı ile donatılmış araçlarla bulut örnekleri alınmakta ve bu hava  rnekleri BIDS ile analiz edilmektedir.

BIDS;

1. Partikül büyüklüklerinin haritasını çıkarır (aerodinamik partikül ölçer ile),
2. Bakteri hücrelerini saptar, klasifiye eder ve DNA içeriğini  l er,
3. Bioluminometre kullanarak ATP içeriğini  l er,
4. Immunoassay kullanarak spesifik ajanları (B. anthracis, S. Enterotoksin B, Botulinum A toksin, Y. Pestis) identifiye eder şekilde düzenlenmiştir.

 rnek alındıktan sonra ilk üç test 4 dakikada, immunoassay ise 20 dakikada tamamlanmaktadır.

Bulutların laser görüntüsü onu bir biyolojik ajan aerosol  olarak identifiye etmekte kullanılabilir. Ayrıca AWACS veya J STAR sistemleri ile elde edilen bilgiler bulut yayan uçakların yerini belirleyebilir. Bu sistemin etkili çalışabilmesi için yeterli sayıda helikopter ve aracın faaliyette olması (kolordu seviyesinde bir alan için 35 araç-helikopter) gereklidir.

Böyle integre bir deteksiyon projesi, bulut 4 km uzakta saptanabilirse, askerlere maskelerini giyip önlemlerini alabilmeleri için yeterli uyarı zamanını sağlayabilecektir. BIDS ile 8 ayrı antijen (bakteri, virus ve toksin) aynı anda saptanabilmektedir. Saptama olasılığı %95, yanlış alarm oranı ise % 0.1'dir.

Biyolojik ajanları aerosol bulutları içinde 10 kilometre uzaktan saptayabilen ve Short Range Biological Standoff Detection System (SR-BSDS) diye isimlendirilen ultraviyole ve infrared yeteneklerine sahip bir sistem geliştirilmiştir. Ayrıca Airflex Sequential Air Samplers ve Bio-HAZ kit gibi örnek alma-hızlı tanımlama sistemleri yanı sıra minyatür flowsitometri (immunofloresan temeline dayanan sensor) ve DNA tanıma enstrümanı (PCR temeline dayanan) gibi dedektörler de geliştirilmiştir.

Yine hızlı tanı için SMART Ticket adında immunokimyasal teknoloji ile üretilmiş, 5-15 dakikada sonuç veren kit geliştirilmiştir. Bu kit ile B. anthracis, Y. pestis, Botulinal toksin, Ricin, S. Enterotoksin B, Venezuelan equine encephalitis, Brucella ajanları saptanabilmektedir.

Ayrıca yine Amerika Birleşik Devletleri'nde The Joint Program Office for Biological Defense (JPO-BD) isimli kuruluş, çeşitli bölgelerden belirli zaman aralıklarında çevresel hava örnekleri toplama ve analiz etme projesini geliştirmiştir. Bu projedeki örnek toplama cihazı, hızlı bir hava örneği toplayıcısına ve partikül büyüklüğünü ölçen dedektöre sahip bir cihazdır ve Interim Biological Agent Detection System adı ile anılmaktadır.

Bu yolla gece-gündüz ayrı ayrı ve meteorolojik programa göre ısı, nem, rüzgar hızı ve yönü gibi özellikler göz önünde bulundurularak örnekler alınmakta ve bu örnekleme değişik mevsimlerde tekrarlanarak tüm veriler dökümanite edilmektedir. Çünkü havadaki mikroorganizma konsantrasyonları yukarıda saydığımız özellikler ile değişebilmektedir. Dökümanite edilen veriler ışığında havada olması gerekenden farklı bir mikroorganizmanın yoğunluğundaki artış şüphe uyandıracaktır.

Alınan örneklerdeki DNA'ların, PCR ile amplifiye edildikten sonra Temporal Temperature Gradient Electrophoresis ile farklı paternleri veya bar-code'ları elde edilir ve compact disklere kopyalanarak arşivlenir. Bir olay anında PCR ile amplifiye edilen DNA'lar bu compact diskte bar-code'ları kayıtlı mikroorganizmalar ile çabucak karşılaştırılırlar.

Sonuç olarak birçok biyolojik ajan gerekli laboratuvar çalışma koşulları sağlandıktan sonra standart hastane klinik laboratuvarlarında identifiye edilebilir. Hatta bu laboratuvarlar çok farklı bir bakteri için bile boyama, kültür ve antibiyotik duyarlılık testleri yaparak destek sağlamış olurlar. Ekzotik virüsler ve seyrek rastlanan toksinler için çok daha özel laboratuvarlar gereklidir. Tabii bunların yanısıra belirlenmiş bir referans laboratuvarı hızlı identifikasyon için bu zincirin en önemli halkasını oluşturmaktadır. Bu arada laboratuvarlar arası kurulacak bir network laboratuvarlar arası bilgi alışverişini sağlayacak, haberleşmeyi kolaylaştıracak ve bu da laboratuvarların tanı kapasitelerini artıracaktır. Biyosensörler ve yeni geliştirilen (16S rDNA amplifikasyon tekniği gibi) ve geliştirilecek olan moleküler teknikler sayesinde çok daha çabuk ve kesin tanımlama olanaklarına kavuşulması olasıdır.

KAYNAKLAR

1. <http://www.usamriid.army.mil/education/bluebook.html>
2. <http://www.asod.org/id10.htm>
3. http://www.cepheid.com/pages/td_system.html
4. <http://www.cdc.gov/ncidod/hip/Bio/13apr99APIC-CDCBioterrorism.pdf>
5. <http://www.idahotec.com/products/index.html>
6. http://search.news.yahoo.com/search/news?p=%22anthrax%22&n=10&c=news_photos
7. <http://www.nbcindustrygroup.com/fiber.htm>
8. <http://www.llnl.gov/nai/rdiv/chbio.html>
9. Campbell J, Francesconi S, Boyd J, Worth L, Moshier T : Environmental air sampling to detect biological warfare agents. Military Medicine, 1999; 164, 8: 541-542.
10. Hail A S, Rossi CA, Ludwig GV, Ivins BE, Tammariello RF, Henchal EA. Comparison of noninvasive sampling sites for early detection of Bacillus anthracis spores from Rhesus monkeys after aerosol exposure. Military Medicine, 1999; 164, 12: 833-837.
11. Pavlin JA. Bioterrorism and the importance of the Public Health Laboratory. Military Medicine, 165, Suppl. 2000; 2: 25-27.
12. http://www.phls.org.uk/facts/deliberate_releases.htm
13. Wiener SL: Strategies for the prevention of succesful biological warfare aerosol attack. Military Medicine, 1996; 161(5): 251-256.

14. Kadlec RP, Zelicoff AP, Vrtis AM. Policy Perspectives. Biological Weapons Control. Prospects and Implications for the Future. JAMA, August 6, 1997- Vol 278, No.5.
15. Houpikian P, Raoult D: Traditional and Molecular Techniques for the Study of emerging Bacterial Diseases: One Laboratory's Perspective. Emerging Infection Diseases, 2002, 8(2): 122-131.
16. Dworkin MS, Ma X, Golash RG: Fear of Bioterrorism and Implications for Public Health Preparedness. Emerging Infection Diseases, 2003, 9(4): 503-505.
17. Bell DM, Kozarsky PE, Stephens DS: Clinical Issues in the Prophylaxis, Diagnosis and treatment of Anthrax. Emerging Infection Diseases, 2002, 8(2): 222-224.
18. Hughes JM et al.: Bioterrorism-Related Anthrax. Emerging Infection Diseases, 2002, 8(10): 1013-1183.
19. Baylan O, Doğancı L: Şarbon. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ayın Kitabı. Şubat-2002, Sayı:23, GATa Basımevi. Yayın No. 2002/9.
20. Tjaden JA, Lazarus AA, Martin GJ : Bacteria as Agents of Biowarfare. Sendrom [Postgraduate Medicine dergisinden (2002-Vol. 112) çeviri], 15(2): 30-39.
21. Straight TM, Lazarus AA, Decker CF : Defending Against Viruses in Biowarfare. Sendrom [Postgraduate Medicine dergisinden (2002-Vol. 112) çeviri], 15(2): 42-46.
22. Blazes DL, Lawler JV, Lazarus AA : When Biotoxins are Tools of Terror. Sendrom [Postgraduate Medicine dergisinden (2002-Vol. 112) çeviri], 15(2): 47-52.

BİYOLOJİK SAVAŞ AJANLARININ KLİNİK VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Prof.Hv.Tbp.Kd.Alb. Alaaddin PAHSA
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
İnf. Hst. ve Kl. Mik. Anabilim Dalı Başkanı

BİYOLOJİK SAVAŞ NEDİR?

İnsan, hayvan ve bitkilerde ölüm veya hasar meydana getirmek için, mikroorganizmalar veya bunların toksinleriyle yapılan savaştır.

BİYOLOJİK SAVAŞ ETKENLERİ:

Elde edilmeleri ucuz ve kolay olmasına karşılık, tedavileri-korunma çalışmaları pahalıdır ve zaman gerektirir. Özellikle aerosol şeklinde kullanılırlar, solunum yolu ile alındığında çok küçük dozlarda bile hastalık yaparlar,oluşan hastalığın bulaşıcılığı yüksektir.

BİYOLOJİK SİLAH SALDIRISI NASIL OLUR?

1. Büyük bir aerosol salınımı ile başlar.
2. Sessiz, görünmez ve kokusuzdur.
3. İlk bulgu günler sonra ortaya çıkabilir.
4. Sadece birkaç doktorun önceden gördüğü ciddi ve ilginç semptomları olan hastalık tablolarının hızla artması dikkat çeker.

KİMYASAL SİLAHTAN FARKI NEDİR?

Kimyasal Silah;

1. Hızlı başlangıçlıdır,
2. İzolasyon bölgesi gerekir,
3. Dekontaminasyon önemlidir,
4. Kimyasal antidotlara ihtiyaç var,
5. İzolasyon gerekmez,
6. Ulusal güvenlik kurumları arasında organizasyon gerektirir,
7. Sekonder olgular yoktur.

Biyolojik Silah;

1. Geç başlangıçlıdır,
2. Geniş kitleleri etkiler,
3. Tıbbi personel gerekir,
4. Aşı ve antibiyotik gereklidir,
5. İzolasyon tedbiri gerektirir,
6. Sekonder olgular vardır.

ETKEN	DİRENÇ	ÖLÜM ORANI
ŞARBON	ÇOK STABİL	YÜKSEK
ÇİÇEK	ÇOK STABİL	YÜKSEK
VEBA	CANLI DOKUDA 270 GÜN	24 SAAT İÇİNDE TEDAVİ EDİLMEZSE YÜKSEK
BRUSELLOZİS	ÇOK STABİL	<%5
TULAREMİ	NEMLİ TOPRAKTA BİRKAÇ AY	TEDAVİSİZ OLGULARDA ORTA
Q ATEŞİ	TOPRAKTA AYLARCA	ÇOK DÜŞÜK
KOLERA	TEMİZ SU VE AEROSOLDE STABİL DEĞİL	TEDAVİSİZ OLGULARDA YÜKSEK
RUAM	ÇOK STABİL	>%50
BOTULİSMUS	SU VE YİYECEKTE HAFTALARCA	SOLUNUM DESTEKSİZ YÜKSEK
ENTEROTOKSİN B	DONMAYA DİRENÇLİ	<%1
RİCİN TOKSİNİ	STABİL	YÜKSEK
MİKOTOKSİN T-2	ODA ISISINDA YILLARCA	ORTA DERECEDE

ETKEN	İNSANDAN BULAŞ	İNFEKTİF DOZ (Aerosol)
Şarbon	YOK	8.000-50.000 Spor
Çiçek	ÇOK YÜKSEK	10-100 m.o.
Veba	YÜKSEK	100-500 m.o.
Brusellozis	YOK	10-100 m.o.
Tularemî	YOK	10-50 m.o.
Q ateşi	NADİR	1-10 m.o.
Kolera	NADİR	10-500 m.o.
Virai Hemorajik ateş	ORTA	1-10 m.o.
Ruam	DÜŞÜK	1-10 m.o.
Botulismus	YOK	0.001 mikrogram/kg
Enterotoksin B	YOK	0.03 mikrogram/kişi
Ricin Toksini	YOK	3-5 mikrogram/kg
Mikotoksin T-2	YOK	-

NASIL BİR SALDIRI?

Bugün için meydana gelebilecek bir biyolojik savaşta kullanılabilecek önemli dört silah vardır.

KULLANILMA İHTİMALİ EN YÜKSEK OLANLAR:

ŞARBON (%80 ölüm) ve ÇİÇEK (%30 ölüm) tir. Üretmek, depolamak ve kullanmak açısından kolaydır.

KULLANILMA İHTİMALİ OLANLAR:

BOTULİSM ve VEBA ise elde etmesi zor ve masraflı olduğu için düşük oranda kullanım ihtimalleri vardır.

ŞARBON

Hayvanlardan insanlara bulaşan, biyolojik savaş ajanı olarak kullanıldığında ölüm oranı yüksek hastalık tablolarına neden olan bir infeksiyon hastalığıdır.

NASIL BULAŞIYOR?

1. Spor ile direk temas,
2. Sporların inhalasyonu,
3. Kontamine gıda ve sularla bulaş gerçekleşmektedir.

DSÖ'nün raporlarına göre; aerosol halindeki 50 kg şarbon sporu uçak ile havadan bırakılırsa, ideal meteorolojik koşullarda > 20 km yayılır.

AKCİĞER ŞARBONU

Antibiyotik tedavisine rağmen mortalitesi yüksek bir hastalıktır. 1979'da Rusya'nın Sverdlovsk kazasında biyolojik silah fabrikasında meydana gelen patlamada 4 kilometrelik alanda hastalananların ancak 1/5'i iyileşmiş ve 66 kişi ölmüştür.

AKCİĞER ŞARBONU KLİNİĞİ

Kuluçka süresi; 1-6 gün olup, başlangıç döneminde 3-5 gün içinde; orta derecede ateş, kas ağrısı, göğüs ağrısı ve öksürük görülür. Daha sonra ani solunum güçlüğü, hırıltılı solunum, siyanoz ve sıklıkla menenjit gelişir. Bu tablodan sonra hasta 24-36 saat içinde kaybedilir.

KORUNMA YOLU

Saldırı öncesi; BioPort Firması tarafından üretilen Şarbon aşısı 0, 2, 4. haftalarda sonra 6, 12, 18. aylarda yapılır. Her yıl bir doz rapel ile devam edilerek koruyucu bağışıklık sağlanabilir.

ŞARBON AŞISI:

Aşı hücreden arındırılmış bir filtrat (süzüntü) aşısıdır, yani üründe gerek canlı gerekse ölü bakteri bulunmamaktadır. Hayvanlarda kullanıma yönelik hazırlanmış antraks aşısı insanlarda kullanılmamalıdır.

AŞININ YAN ETKİLERİ:

1. A.B.D.'de askeri personele yapılan 1.6 milyon doz aşı sonrası 4/2.000 yan etki,
2. %10 oranında orta derecede lokal reaksiyon,
3. %1 oranında ateş, kırgınlık gibi sistemik reaksiyon gözlemlenmiştir. Ölüm bildirilmemiştir.

ŞARBONDA AŞI ENDİKASYONLARI:

1. Laboratuvar personeli,
2. İthal hayvan derisi veya tüyleri ile çalışanlar,
3. Hastalığın sık görüldüğü coğrafyada, hayvan yada hayvan ürünleri ile uğraşan kişiler,
4. Bakteriye maruz kalma riski yüksek veya biyolojik silah olarak kullanımı olası bölgelerde görevlendirilecek askeri personele aşı önerilir.

Bir diğer önemli korunma yolu da saldırı anında; **M40 gaz maskesi** kullanmaktır.

KORUNMADA ANTİBİYOTİKLER:

1. Penisilin, Doksisiklin veya **Siprofloksazin** gibi antibiyotiklerden biri **60 gün süreyle**, yada
2. Penisilin, Doksisiklin, **Siprofloksazin** gibi antibiyotiklerden biri **aşı ile birlikte** (0-2-4ncü aftalarda) **4 Hafta süreyle** kullanılmalıdır.

AKCİĞER ŞARBONU TEDAVİSİ

1. Tedavide geç kalınırsa hemen hemen her zaman ölümle sonuçlanır.
2. Tedavide siprofloksazin veya doksisiklin kullanılır.
3. Destek tedavisi gereklidir.
4. İnsandan insana geçişi bildirilmemiştir, hastanede özel bir izolasyona gerek yoktur, sadece genel önlemler alınır.

PROBLEMLER ?

Şarbon hastalığında insandan insana bulaş olmaması insanlık için bir şans olmakla birlikte, halka uygulanabilecek bir aşı yoktur, Kitlesel bir saldırıda Amerika dahil hiçbir ülkenin 60 gün antibiyotik dağıtacak planı da bulunmamaktadır.

ANTİBİYOTİK TEDAVİSİ

–Penisilin

- Hafif vakada, Prokain Penisilin: 2 x 800.000 Ü
- Ağır vakada, Kristalize Penisilin: 20-24 milyon Ü (6 dozda) kullanılır.

–**Doksisiklin**, Tetrasiklin, Eritromisin, Kloramfenikol, Siprofloksazin gibi antibiyotiklerden biri kullanılabilir.

ŞARBON SALDIRISINDA YAPILACAK İŞLEMLER:

SALDIRININ TANINMASI:

Biyolojik silah saldırısı sessiz, kokusuz ve renksiz olduğu için saldırı anında tespit mümkün değildir. Hastalığın tanısı ilk olgu ortaya çıktığı zaman olasıdır. Saldırı bölgesinden alınan biyolojik örneklerin laboratuvar tetkiki sonucu tanı koyulabilir.

İLK YARDIM:

1. Saldırılarda yaralıya yapılacak ilk işlem elbiselerinin çıkarılması olmalıdır.
2. Yaralı dekontaminasyon işlemi yapılmadan hastaneye getirilmemelidir.
(Hayatının kurtarılma şansı, kontaminasyonun devam etmesi nedeniyle daha yoldayken yitirilebilir.)
3. Ağızdan ağıza resusitasyondan kaçınılmalıdır.
4. Hastaya ve salya, gastrik içerik gibi materyaline doğrudan temas edilmemelidir.
5. İlk hasta ortaya çıktığında bir an önce, sağlıklı personeli korumak için siprofloksazin tablet kullanmaya başlanmalıdır.
6. Hastalığın insandan insana bulaşı olmadığından özel koruyuculuk önlemlerine gerek yoktur.

DEKONTAMİNASYON:

Su ve deniz suyu kullanarak,
1-Mekanik uzaklaştırmayla,
2-Seyreltmeyle,
3-Hidroliz ederek etkin dekontaminasyon sağlar.

Hipoklorit çözeltilerinin olmadığı hallerde en makul seçenek bol su veya sabunlu su kullanımıdır.

HİPOKLORİT ÇÖZELTİSİ % 0.5

1. Etkin bir cilt dekontaminasyonu ajanıdır.
2. Eşya, ekipman gibi materyalin dekontaminasyonu için % 5'lik hipoklorit çözeltisi (çamaşır suyu) doğrudan kullanılır.
3. Gözde, beyin/omurilik ve açık göğüs yaralanmalarında kullanılmamalıdır.

KORUYUCULUK ÖNLEMLERİ:

1. En önemlisi, kontaminasyonun en aza indirilmesidir.
2. Gaz maskesi ve güvenli sığınakların mevcudiyeti ile bunlar bilinçli ve disiplinli bir şekilde kullanılmalıdır.
3. Kolay dekontamine olmayacak eşya ve levazım malzemesi kullanılmalıdır.
4. Tüm yiyecekler ağız sıkıca kapalı cam, teneke veya alüminyum kaplarda saklanmalıdır.

CİLT ŞARBONU:

Etken B. anthracis olup, spor inokülasyonu ile bulaşır. Kaşıntı, yanma hissini takip eden 2-3ncü günde papül, 3-4ncü günde içi kanlı, çevresi ödemli, eritemli vezikül oluşur. 5-7nci günde eskar gelişir. Lezyonlar nekroz varlığından dolayı ağrısızdır, lenfanjit gelişimi lezyonlara eşlik eder. İyileşme 10 günden sonra görülmeye başlar.

ÇİÇEK (Smallpox, Variola)

Yüzyıllardan beri bilinen, bulaşıcı, mortalitesi yüksek, toksemi ve spesifik döküntü ile seyreden bir virus hastalığıdır. Evrensel aşılama 1980 yılında son verilmiştir.

Türkiye’de genç nüfus göz önüne alındığında tahminen toplumun ancak %20 kadarı bu hastalığa karşı bağışıklık kazanmış durumdadır.

ÇİÇEK KLİNİĞİ:

Başlangıç döneminde; ateş, titreme, kas ağrısı, baş ağrısı, kusma ortaya çıkar ve 2-4 gün sürer. Lezyonlar aynı görünümündedir ve daha çok yüz, kollar, bacaklar, ayak tabanı ve avuç içindedir. Cilt lezyonları 7-14 gün içinde geriler.

KOMPLİKASYONLARI:

Birçok sistemde komplikasyonları görülmektedir ve bunlar aşağıya sıralanmıştır.

1. Pulmoner sistem: Basit bronşitten, mortalitesi yüksek olan hemorajik pnömoniye kadar respiratuvar komplikasyonlar izlenebilir.
2. Gastrointestinal sistem: Nadir olarak görülür, diyare ve inen kolon tutulumu görülebilir.
3. Santral sinir sistemi: Delirium, ajitasyon, konvülsiyon ve toksik ensefalit bulguları vardır.
4. Göz komplikasyonları: Keratit, konjunktivit, korneal ülserler sık görülür.
5. Eklem tutulumu: Nadiren artrit ve süpüratif artritler görülür.
6. Gebelerde abortus, ölü doğum ve yenidoğanda neonatal variola’ya neden olabilir.
7. Cilt lezyonlarının enfekte olmasıyla apse, flegmon, sepsis gelişebilir.
8. Toksemi döneminde toksik miyokardit görülebilir.

ÇİÇEK TEDAVİSİ:

1. Hastalıktan ölüm oranı; %20-30’dur.
2. Hayvan deneylerinde Cidofovir adlı ilaç ilk 24 saat içinde verilirse etkili olabileceği görülmüştür. Destek tedavisi ve iyi bir cilt bakımı gerekmektedir.

ÇİÇEKTE KORUNMA:

1. Cilt döküntüleri tamamen geçene kadar izolasyon gerekir. (3 hafta)
2. Solunum izolasyonu gerekir. Bunun için negatif basınçlı odalara, özel filtrelerle gerek vardır.
3. Cilt teması da eldiven, elbise gibi koruyucu önlemlerle engellenmelidir.
4. İlk çiçek hastalığı tanısı konulduğunda yakın temasta olan kişilerin 72 saat içinde aşılama hastalığın hafif atlatılmasını sağlar.

AŞI:

1. Tek korunma yolu etkin bir aşılama değildir.
2. Amerika'da FDA henüz modern aşıya lisans vermemiş olmakla beraber risk oluştuğunda stoklardaki aşılardan dilüe edilmesi ile 288.6 milyon Amerikalı'nın aşılamaı mümkündür.
3. 1970'li yılların Dryvax aşısından 75 milyon doz ve 1950'li yılların Wetvax aşısından 300 milyon doz stokların dilüe edilmesi ile elde edilebilir.
4. Modern çiçek aşısından 209 milyon doz ise kısa bir süre içerisinde stoklanmış olacaktır.
5. 1968 yılında aşılama 14 milyon insandan 572'sinde yan etki oluşmuş ve 9'u ölüm ile sonlanmışır.
6. Yan etkilerin tedavisinde kullanılan VIG (Vaccinia Immüne Globulin) stokları çok sınırlı miktardadır.
7. Kitlesel aşılama yapıldığında milyonda 15 civarında hayatı tehdit eden komplikasyon beklenmektedir. Bu bilgi sayesinde ABD'de aşı komplikasyonları yüzünden sağlık personeli suçlanamayacaktır.

AŞI KONTRENDİKASYONLARI:

Egzemalı, atopik dermatitli, vezikülo-büllöz döküntülü cilt hastalığı olanlar, immün yetmezlikliler, kanser tedavisi görenler, yeni doğanlar, hamile ve emziren kadınlar ile aynı evde yaşayanlara aşı uygulanmamalıdır.

CLOSTRİDİUM BOTULİNUM

Bilinen en potent toksindir. Kolay üretilir buna karşılık ortaya çıkan klinik tablolar ölümle sonuçlanır. Su kaynaklı botulinum olgusu bildirilmemiştir. Yapılan saldırıda kontamine besinler ve hava yolu önem kazanır.

Etkisini kolinerjik sinapslara irreversibl bağlanarak gösterir. Klinik olarak ateş yoktur, pitozis, çift görme, bulanık görme, dizatri, yutma güçlüğü, paraliziler ve solunum yetmezliği görülür. Tanısı oldukça zordur. Tanı için fare deneyleri yapılmaktadır. Tedavi olarak at kaynaklı antitoksin serum kullanılmaktadır. Destek tedavisi oldukça etkili olarak yapılmalıdır.

İNHALASYON BOTULİZMİ:

İlk kez 1962 yılında laboratuvar kazası olarak karşılaşılmıştır. Bulaştan 3 gün sonra boğazda mukus tıkaçı, katı yiyecekleri yutma güçlüğü, ateş olmadan üşüme ve titreme ortaya çıkması ile başlar ve dördüncü günden sonra ciddi belirtiler ortaya çıkar.

Hastalarda mental uyuşukluk, göz hareketlerinde yavaşlama, pupillerde orta derecede dilatasyon, nistagmus, belirsiz ve anlamsız konuşma, ekstremitelerde uyuşukluk, yürümede güçlük görülür. Kullanılan koruyucu bir aşısı yoktur.

VEBA

Etkeni *Yersinia pestis* olan kemirici hayvan hastalığıdır. Epidemiy yaparak yayılan aerosoller ve vektörlerle bulaşan bir zoonozdur

İnsandan insana bulaşı yüksek, bir tek etken ile bile hastalık oluşturabilen nadir bir hastalıktır.

Kuluçka süresi 2-10 gündür. Lenf nodlarını tutar Bubonik ve Pnömonik Veba olarak iki klinik tablo oluşturur.

BUBONİK VEBA:

Bubonlar 1-10 cm. çaplı olabilir ve ingüinal, aksiller, servikal bölgede yerleşim gösterirler. İnfekte pire ısırması ile bulaşır. Hastalık 2-10 gün içinde ortaya çıkar.

Ateş, baş ağrısı, bitkinlik, miyalji, bazı lenf bezlerinde ağrılı büyüme, hemorajiler ve nekrozlar görülür.

PNÖMONİK VEBA:

Aerosoller ile bulaş sonrası 2-3 günlük bir kuluçka döneminden sonra ortaya çıkar. Yüksek ateş, baş ağrısı, prodüktif öksürük, solunum güçlüğü tablosu ile klinik bulgular tamamlanır.

Tanı konulamadan ve tedavisiz bir şekilde vakalar genellikle şok ve multipl organ yetmezliği sonucunda ani olarak kaybedilir.

TULAREMİ

Etken *Francisella tularensis* tir. Aerosol ile bulaşmaktadır ancak 10-50 bakteri içeren kontamine suda düşük infektif derecede bulaştırıcıdır. Keneler vektördür. İnsandan insana geçiş yoktur. Tedavisiz orta derecede fatal bir hastalıktır.

Kuluçka süresi ortalama 3-5 gündür. Klinik belirtiler; titreme ile yükselen ateş, boğaz-baş ağrısı, halsizlik, eklem ve kas ağrıları, lenf bezi büyümesi, ciltte makül, papül, ülser olarak karşımıza çıkar.

Tularemi komplikasyonları olarak; ülserasyon, bölgesel lenfadenit, ateş ile seyreden pnömoni ve sepsis görülmektedir.

TEDAVİ:

Streptomisin 30 mg/kg/gün 10-14 gün veya Gentamisin 3-5 mg/kg/gün 10-14 gün süreyle kullanılır.

Canlı attenué aşısı vardır ve % 80 koruyuculuk sağlar. Kemoproflakside ise tetrasiklin ve doksisisiklin kullanılır.

RUAM

Etkeni *Burkholderia mallei* olup, aerosol ile bulaşır. Hastalık için 1-10 adet mikroorganizma bulaşı yeterlidir. İnsandan insana geçiş nadirdir.

Kuluçka süresi 10-14 gün kadardır. Klinik olarak ; genel durum bozukluğu, eklem ve baş ağrısı, yüksek ateş, hepatosplenomegali, nazal mukozada lezyonlar, bronkopnömoni, lenfadenopati, cilt altı ve kas dokusunda apseler gözlemlenir.

Septisemik formu tedavi edilmezse fatal seyirlidir.

TEDAVİ:

Sulfadiazin, streptomisin, tetrasiklin ile tedavi edilir. Etkili aşısı yoktur. Şüpheli temasta TMP-SMX kullanılabilir

KAYNAKLAR

1. MDH www.health.state.mn.us/index.html
2. CDC www.bt.cdc.gov
3. HOPKINS www.hopkins-biodefense.org
4. NBC www.nbc-med.org
5. APIC www.apic.org
6. ACP www.acponline.org/bioterror/index.html

BİYOLOJİK SAVAŞ AJANLARINDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Yrd.Doç.Dr. Ufuk DİZER
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
İnf. Hst. ve Kl. Mik. Anabilim Dalı Başkanlığı

Nükleer ve kimyasal silahlara göre daha ucuz olmasına karşılık, ortaya çıkan etkinin büyüklüğü bir çok ülke ve terörist grupların biyolojik silahları üretme, depolama ve kullanma isteklerini arttırmaktadır. Kimyasal silahlardan farklı olarak renksiz ve kokusuz olan biyolojik silahların aerosol şeklinde kullanılması sonucu, ortaya çıkacak hastalık tablolarının yol açacağı mortalite oranının yüksekliği, etken identifikasyonunun zaman alması, tedavi ve profilaksi amacıyla yapılacak harcamanın yüksekliği nedeniyle özellikle 11.Eylül.2001’de Amerika’da meydana gelen saldırıdan sonra çok daha fazla dikkat çekmiştir.

Biyolojik ajanların etkileri, ortaya çıkardığı ağır klinik tablolar ve tedavi güçlükleri göz önüne alındığında dünya üzerindeki ülkelerin tek amacının, yüksek tahribat gücüne sahip biyolojik silahların kullanılmasını engellemek, eğer engellenemiyorsa bu ajanlara karşı halkı eğitmek ve tüm koruyucu önlemleri almak olmalıdır. Louis PASTEUR’ün dediği gibi böyle bir savaşta “gözlemler kaygı verici hale geldiğinde şans hazırlıklı beyinlerden yana” olacaktır.

Olası bir biyolojik savaşta, kullanılma ihtimali olan patojenlere karşı alınması gereken önlemler ile immünoprofilaksi ve kemoprofilaksi yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

ŞARBON

Bacillus anthracis tarafından oluşturulan sporların biyolojik savaş amacıyla aerosol şeklinde kullanılması ve atılan sporların inhalasyon yolu ile akciğerlere alınması sonucu mortalitesi %85’in üzerinde olan akciğer şarbonu klinik tablosu ortaya çıkar. Bilinen etkin tedavi yöntemlerine rağmen mortalitenin yüksek olması, tedaviden çok koruyuculuk önlemlerinin önem kazanmasına neden olmuştur.

Genel önlemler, akciğer şarbonu olan hastaların ziyareti sırasında veya tedavisini yapan sağlık personeline bulaş söz konusu değildir. Bu hastaların tedavisi için negatif basınçlı odalar gerekli değildir. Hasta ile temas sırasında standart önlemlerin alınması yeterlidir.

Saldırı öncesi alınması gereken tedbirler; saldırı öncesi en etkin korunma yöntemi aktif immünizasyondur. Hayvanlarda koruyuculuk amacıyla kullanılan aşılar, insanlar için uygun değildir. Bu amaçla, BioThrax adıyla BioPort firması (Lansing, Michigan) tarafından üretilmiş olan, insanlara yönelik ölü veya canlı bakteri içermeyen asellüler bir şarbon aşısı mevcuttur. Koruyuculuğu %92.5’dir. Aşılama 2’şer hafta ara ile (0, 2 ve 4ncü haftalarda) 3 dozun, bunun ardından 6, 12 ve 18nci aylarda yapılan toplam altı doz aşının cilt altı enjeksiyonlarından oluşmaktadır. Daha sonra ise yıllık rapel dozlar önerilmektedir. Halka uygulanabilen bir şarbon aşısı yoktur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından aşılanması önerilen personel Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. WHO Tarafından Önerilen Şarbon Aşısı Uygulanacak Kişiler

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Laboratuvarda doğrudan mikroorganizma ile çalışanlar,• İthal hayvan derisi veya tüyleri ile çalışan kişiler,• Hastalığın sık görüldüğü coğrafyada, |
|--|

- Biyolojik silah olarak kullanımı olası bölgelerde görevlendirilecek askeri personel.

A.B.D.'de askeri personele yapılan 1.6 milyon doz aşı sonrası, 4/2.000 yan etki görülmüştür. Aşılananların %30'unda enjeksiyon bölgesinde hafif hassasiyet, ağrı, ödem ve kızarıklık gözlelenebilir. Ciddi lokal reaksiyonlar nadirdir ve genellikle ön kolda yaygın şişlik şeklindedir. Sistemik reaksiyonlar, aşılananların %1'inden daha azında oluşur. Ateş, halsizlik, kırılganlık ortaya çıkar. Aşıya bağlı ölüm bildirilmemiştir.

Saldırı sırasında alınması gereken tedbirler; personel saldırı öncesi aşılanamadıysa ve saldırının yapılma ihtimali varsa 1 mikrondan daha büyük partikülleri geçirmeyen gaz maskeleri kullanılmalıdır.

Saldırı sonrası alınması gereken önlemler; eğer personel aşılanamadıysa veya saldırı sırasında gaz maskesi kullanamadıysa, uygulanması önerilen kemoprofilaksi Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo 2. Şarbon'da Kemoprofilaksi Şeması

Kategori	Uygulama	Süre
Gebe ve immünite sorunu olanlar dahil, erişkinler	Siprofloksasin tab 2x500 mg/gün veya Doksisisiklin kap 2x100 mg/gün	60 gün
Gebe ve immünite sorunu olanlar dahil, erişkinler	Siprofloksasin tab 2x500 mg/gün ve iki doz şarbon aşısı	30 gün
Çocuklar	Siprofloksasin 10-15 mg/kg/gün, PO, 2 dozda veya Doksisisiklin (PO); > 8 yaş ve > 45 kg: 2x100 mg/gün > 8 yaş ve < 45 kg: 2x2.2 mg/kg/gün < 8 yaş: 2x2.2 mg/kg/gün	60 gün

ÇİÇEK

Yüzyıllardan beri bilinen, bulaşıcı, mortalitesi yüksek, toksemi ve kendine özgü döküntülerle seyreden bir virus hastalığıdır. Büyük salgınlar sonucu bazı toplumların ortadan kalkmasına neden olmuştur. Dünya Sağlık Örgütü'nün yaptığı etkili aşılama çalışmalarının sonucu olarak, 1979 yılından beri hastalığa rastlanmamıştır. Çiçek hastalığı, gerek hastaların izolasyonu gerekse hastalıktan korunma açısından önemli bir viral hastalıktır.

Genel önlemler, olgularla direk temas eden aşısız personel mutlaka 17 gün süreyle karantina altında kalmalıdır. Standart tedbirlere ek olarak, hastalar havası en az saatte altı kez değişen negatif basınçlı özel odalarda tutulmalıdır. Odaya girmeden önce solunum yolu ile patojenin alınmasını engelleyecek korumalı maskeler kullanılmalıdır. Hastanın oda dışına transportu ve hareketi sınırlandırılmalıdır. Hasta maske takmadan oda dışına çıkarılmamalıdır.

İmmünoprofilaksi, hastalara müdahale edecek personel aşılanmalıdır. İlk olgu saptandığında, etkene maruz kalan personele ilk 72 saat içinde yapılacak tek doz aşının hastalığın daha hafif geçmesine neden olacağı bildirilmiştir. Savaş alanındaki zorluklar ve belirsizlikler nedeniyle risk altında olan personelin aşılanmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. İmmünoprofilaksi aktif veya pasif immünizasyon ile sağlanır.

Vaccinia immünglobulin, ilk 24 içinde yapıldığında yüksek derecede koruyuculuk sağlar. Temastan sonra üç gün içinde 0.6 ml/kg IM olarak yapılmalıdır.

Vaccinia aşısı; Ortopoksvirusların bir türü olan vaccinia virusundan hazırlanan canlı, atenüe bir aşıdır. Günümüzde hücre kültüründen elde edilen ve FDA tarafından onaylan aşı kullanılmaktadır. Wheth Laboratuvarlarında hazırlanan aşı ticari olarak Dryvax adı ile sunulmuştur. İçinde New York City Board of Health suşu bulunan atenüe bir aşıdır.

1980 öncesi, aşının ilk dozu 1-2 yaş grubu çocuklara uygulanmıştır. Primovaksinasyon denen bu ilk doz aşı uygulamasından sonra, revaksinasyon denen epidemi dışında, ilkokulla başlayan 6-7 yaş grubuna ikinci bir doz aşı uygulanmıştır. Üçüncü doz ise 20 yaş grubuna yapılmıştır. Üç doz aşı uygulaması sonucu iyi bir bağışıklık kazanıldığı, kişi hastalığa yakalansa bile hafif seyirli bir klinik tablo ortaya çıktığı görülmüştür. 1980 yılından sonra WHO'nun önerileri ile çiçek aşısı uygulamasına son verilmiştir. A.B.D.'lerinde çiçek saldırısı ihtimaline karşı 24.Ocak.2003 tarihinden sonra sağlık personeli aşılanmaya başlanmıştır. Çiçek aşısının uygulanabileceği gruplar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. WHO Tarafından Önerilen Risk Grupları

- Çiçek tanısı almış hastalarla temas edenler,
- Sağlık personeli,
- Laboratuvar personeli,
- Çiçek virusu ile kontamine olmuş aletlerle temas edenler,
- Biyolojik etken olarak kullanılma ihtimali olan bölgelerde görev yapan askeri personel,

Aşının uygulanma tekniği, aşı intradermal olarak uygulanmalıdır. Subkutan uygulamalar doğru değildir. Bölge olarak, deltoid kasın humerusla birleşim yeri uygundur. Aşı yapılacak alan sabunlu su ile veya aseton ile temizlenir. Temizlenen bölge kuruduktan sonra lansetle 1 cm uzunluğunda 1-3 çizgi çizilir. Skarifikasyon adı verilen bu işlem sırasında cilt kanamamalıdır. Bu işlemden sonra bir damla aşı lenfi bu bölgeye damlatılır. Aşı damlatılan bölge 5 dakika kadar açık tutulur. Aşı yeri herhangi bir şeyle kapatılmaz. Çiçek aşısı Tablo 4'te yer alan kişilere uygulanmaz.

Tablo 4. Çiçek Aşısının Kontrendike Olduğu Kişiler

- Aşılanacak kişide veya birlikte aynı ortamı paylaştığı kişilerde cilt lezyonu varsa,
- İmmünkomprime kişiler
- Gebelere
- Diğer aşılarla birlikte yapılması gerekiyorsa çiçek aşısı yapılmaz.

Aşı reaksiyonları, ilk aşı uygulaması ve bundan sonra yapılan uygulamalar arasında farklar vardır.

Primer vaksınasyon (primovaksınasyon), primer yanıt daha önce virusla karşılaşmamış bağışık yanıt bulunmayan kişilerde oluşur. Aşılama sonrası virus, baziller epitel içinde çoğalır. Burada lokal hücresel reaksiyona yol açar. Başarılı bir aşılama sonrası üçüncü günde küçük, kırmızı bir papül oluşur. Papül 7nci günde "jenerien vesicle" adı verilen vezikül haline döner. Vezikül 1-2 gün içinde şişer, eritemli bir alanda 1-2 cm çaplı göbekli bir püstül haline döner. Aşıya bağlı lenfadenopati, ateş, halsizlik, kırgınlık gibi sistemik belirtiler ortaya çıkar, 12 günden sonra krut oluşur. Krut düştükten sonra geride bir scar dokusu kalır. Primovaksınasyon hafif seyirli bir çiçek hastalığına benzer.

Revaksinasyon, burada majör reaksiyon ve şüpheli reaksiyon olmak üzere iki tablo meydana gelir. Majör reaksiyon; primovaksinasyonda ortaya çıkan papül, vezikül, püstül ve krut oluşur, skar dokusu bırakmadan 7-10 gün içinde kaybolur. Başarı bir aşılama olduğu anlaşılır. Şüpheli reaksiyon; majör reaksiyon dışında tüm oluşan lezyonlar şüpheli reaksiyon içinde incelenirler. Aşı başka bir bölgeden ve farklı seri bir aşı ile tekrarlanmalıdır.

İlk aşılamaı takip eden 10 gün içinde nötralizan karakterde hemaglutinasyonu inhibe eden antikorlar ortaya çıkar. İkinci aşılamaıdan sonra antikor yanıtının daha hızlı ve daha yüksek titrede elde edildiği görülür.

Bağıışıklamanın ortalama 3-7 yıl devam ettiği, aşının koruyuculuğunun ilk üç yılda %100 iken, yıllar içinde azaldığı görülür. Primer aşılama sonrası %95 oranında 5-10 yıl, revaksinasyonda ise 10-20 yıl koruyuculuk sağladığı saptanmıştır.

Aşının komplikasyonları, primovaksinasyondan sonra cilt ve M.S.S.'ni tutan ciddi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Eradikasyon amacıyla yapılan yoğun aşılama sonrası, 1/1000 komplikasyon, 1/1.000.000 ölüm oluşmuştur. Oluşan komplikasyonlar %10-30 arasında mortaliteye neden olur.

1. *Postvaksiniyal ensefalit*, komplikasyonun ortaya çıkma ihtimali 3/1.000.000'dur. Aşılamaıdan 10-14 gün sonra ateş, başağrısı şikayetleriyle başlayan ilerleyen dönemlerde ensefalit tablosu iyice belirginleşir. Mortalite %50'leri bulabilir.
2. *Ekzema vaksinatı*, jeneralize dermatit hastaları aşı ile veya aşılanmış bir kişi ile temasa geçtiğinde 5-10 gün içinde ateş ve yaygın veziküller ile ortaya çıkan bir tablodur. % 30-40 mortal seyeder.
3. *Vaksinya gangrenozum*, immünkomprime hastaların aşılanmasından sonra ortaya çıkar ve % 50 civarında mortal seyeder. Oluşan gangrenöz yapılar derin dokulara doğru ilerler. Primer vaksiniasyon sonrası 1.5/1.000.000 görülür.
4. *Jeneralize vaksinya*, oluşan viremi sonrasında aşı bölgesinden uzak bir bölgede veziküler lezyonlar oluşur. %40 mortal seyeder.
5. Otoinokülasyon, aşılanan kişinin elleriyle aşı bölgesinden aldığı virüsü vücudunun diğer bölgelerine taşıması sonucu oluşur.
6. *Bakteriyel infeksiyonlar*, aşı sırasında kullanılan malzeme temiz değilse apse, erizipel, impetigo gibi bakteriyel cilt lezyonları görülebilir.
7. *Abortus*, nadir olarak aşılama sonrasında düşükler meydana gelebilir.

BOTULİNÜM TOKSİNİ

Biyolojik savaş etkenleri arasında şarbon ve çiçekten sonra kullanılma ihtimali yüksek ajanlardan biride Clostridium botulinum toksinidir. Isıya duyarlı olan toksinin etkisiyle nöroparalitk bir takım klinik tablolar ortaya çıkar.

Botulinum zehirlenmesinden korunmak için aşı ile aktif immünizasyon, tedavide ise immünglobulin kullanarak pasif immünizasyon yapılabilir. Aşı günümüzde serotip A-E'ye kadar (pentavalent) spektrumu kapatır. Toksoid aşısı 1950 yıllarında geliştirilmiş kültür süpernatantıdır. Aşılama 0.5 ml derin subkutan olarak 0, 2 ve 12. haftalarda yapılamakta ve yıllık tek doz rapel ile devam edilmektedir. Aşı yapılanların %80'inde 14ncü haftalarda koruyucu titrelere ulaşmaktadır. Birinci yılın sonunda genellikle titre ölçülebilir düzeyin altına düşmektedir. Aşının yan etkileri açısından yapılan çalışmalarda; aşı uygulanan popülasyonda aşının güvenilir olduğu değerlendirilmektedir. Yan etki olarak daha çok aşı

uygulamasının 2-4ncü günlerinde, enjeksiyon yerinde ağrı, kızarıklık, şişlik gibi lokal yan etkiler ortaya çıkmaktadır. Halen Amerikan Ordu Laboratuvarlarında yeni jenerasyon rekombinant aşı geliştirilmesi için umut verici çalışmalar vardır.

Pasif immünizasyon; değişik tiplere karşı immünglobulin uygulanmasıyla yapılır. İlk geliştirilen immünglobulinler at kaynaklı olup anafilaksi ve serum hastalığı gelişme riski yüksektir. Bu nedenle immünglobülin saflaştırılmış ve yapılan hayvan çalışmalarında başarı elde edilmiştir. Kullanılan immünglobülinlerden, trivalan (A, B, E) immünglobülin CDC tarafından lisans almıştır.

Botulinum toksinine maruz kalındığında insan tedavi dozunun 1/10 'u verildiğinde yeterli koruyuculuk sağlar. Klinik tablo ortaya çıkar ise önerilen dozun 3 katı bile verilse koruyuculuk elde edilemez. Toksin nöronları etkiledikten ve klinik semptomlar ortaya çıktıktan sonra verilen antikorların toksini nötralize edemediğine inanılmaktadır.

Yapılan çalışmalarda aminopridinlerin tip-A zehirlenmelerinde sınırlı olsa etkili olabileceği gösterilmiştir. Kontrollü yapılan hayvan çalışmalarında tip-A dışındaki serotiplerle ortaya çıkabilecek zehirlenmelerin engellenemeyeceği gösterilmiştir.

VEBA

Etkeni, *Yersinia pestis* olan veba eski çağlardan beri “kara ölüm” olarak bilinen hastalıktır. İnsan dışında kemiricileri, domuzları ve kuşlar infekte eder. Dünyada ve ülkemizde pek çok salgın bildirilmiştir. 100-500 etken alındığında hastalık ortaya çıkar, insandan insana bulaşı yüksektir bu yüzden hasta izolasyonu gerekir. Biyolojik savaş amacıyla tarih boyunca defalarca kullanılmış önemli bir patojendir.

Genel önlemler, halk sağlığı eğitimi, insektisid kullanımı ve kimyasal ajanların kullanımı ile rodentlerin popülasyonunun azaltılması önerilmektedir. İnsektisid kullanarak pirelerin öldürülmesi öncelikli olarak planlanmalıdır.

Hospitalize edilen hastalara uygulanacak protokoller arasında standart tedbirlere ek olarak hastalar özel odalarda tutulmalıdırlar, eğer iki vebalı hasta arasında en az 90 cm olmak üzere aynı odada tutulabilirler. Hastalara 90 cm'den daha fazla yaklaşılmaması gerekiyorsa maske takılmalıdır. Hastanın oda dışına transportu ve hareketi sınırlandırılmalıdır. Hasta maske takmadan oda dışına çıkarılmamalıdır.

Kemoprofilaksi, sadece pnömonik veba tanısı koyulmuş hastalar ile aerosollere maruz kalan kişilere 15-30 mg/kg/gün (ortalama 1-2 g/gün) dozunda, altı saatte bir verilecek şekilde tetrasiklin grubu antibiyotikler 7 gün süreyle verilmelidir. Tetrasikline alternatif olarak doksisisiklin 2x100 mg/gün dozunda 7 gün süreyle verilebilir. Gebelere ve 8 yaş altı çocuklara 40 mg/kg/gün sülfametaksazol ikiye bölünmüş olarak 7 gün süreyle verilmelidir.

İmmünoprofilaksi, ilk kez 1897 yılında ölü bakteri aşısı Hindistan'da geliştirilmiştir. 1942 yılında A.B.D. ordusunda immünojenik ve daha az reaktif bir aşı geliştirildi. Günümüzde kullanılan aşılar hemen hemen bu aşının aynısıdır. Geliştirilen canlı atenüe aşılar, mevcut olan ölü bakteri aşılara göre yan etki açısından daha kötü olduğundan başarısız olmuştur. Ölü bakteri aşılı ile yapılan çalışmalarda, aşının pnömonik vebadan değil ancak bubonik vebadan hem korumada hem de iyileşmede etkili olduğunu göstermektedir.

Veba aşısı risk altındaki askeri personele, endemik bölgede bulunan kişilere ve bu etken ile çalışan laboratuvar personeline uygulanmalıdır. Aşının ilk dozu 1 ml uygulandıktan sonra bu

dozdan 1 ay sonra 0.2 ml ikinci doz ve ilk dozdan 6 ay sonra 0.2 ml üçüncü doz uygulanır. Bu üç dozun uygulanmasından sonra 0.2 ml 6 ay arayla 3 doz yapılmalı ve risk devam ediyorsa her yıl tek doz rapel ile devam edilmelidir. Aşılanan kişilerin %92-93'ünde başlangıçtaki 3 enjeksiyondan sonra yeterli antikor titresini oluşturduğu görülmüştür. Aşı sonrası %11'inde eritem, ağrı, şişlik gibi lokal belirtiler oluşur. %4 oranında başağrısı, halsizlik ve miyalji gibi sistemik yan etkiler oluşur. Nadiren steril apseler, nekrotik lezyonlar ve anafilaksi oluşur.

Bu uygulanan aşı şemasına, alternatif olarak 0, 7 ve 14 ncü günlerde 0.5 ml üç doz yapıldığında hızlı bir koruyuculuk sağlandığına dair çalışmalar vardır, fakat kabul görmemiştir. Recombinant veba aşısı geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

TULAREMİ

Francisella tularensis tarafından oluşturulur. Etkenin giriş yerinde ülserasyon, bölgesel olarak lenf bezlerinde büyüme ve ateş ile seyreden akciğer tutulumu, sepsis gibi komplikasyonlar yapabilen granülomatöz infeksiyonla karakterize zoonotik bir infeksiyondur.

Kemoprofilaksi, tularemi'ye maruz kaldıktan sonra büyük kitlelerin etkilenebileceği göz önünde tutulursa antibiyotik profilaksisi zordur. Streptomisin gibi etkene karşı oldukça etkili antibiyotikler mevcut olmasına rağmen bunların paranteral yolla kullanılmalarından dolayı pratik değildir. Yapılan çalışmalar tetrasiklin grubunda en az streptomisin kadar koruyuculuk sağladığı, gönüllü insan çalışmalarında tularemi aerosolüne maruz kalanlara 24 saat içinde tetrasiklin 4x500 mg (2 gr/gün) veya doksisisiklin 100 mg/gün P.O. olarak 14 gün süreyle kullanıldığında etkin bir koruma sağladığı görülmüştür.

İmmünoprofilaksi, amacıyla kullanılan aşılarda canlı ve atenüe suşları içermektedir. Ölü bakteri aşısı 1930 yılında geliştirilmiştir. Gönüllü insan çalışmalarında aşının sistemik semptom sıklığını azalttığı fakat cilt içine girdikten sonra lokal lezyonları engelleyemediği gösterilmiştir. Etken aerosol olarak alındığında, ortaya çıkacak klinik tablolar ve koruyuculuk konusunda yeterli bilgi yoktur. Canlı atenüe aşı, 1940-1950 yılları arasında S.S.C.B.'de geliştirilmiş ve kullanılmıştır. 1961 yılında aşı A.B.D. 'de pürifiye edilmiştir. Canlı atenüe aşı, tek doz yapıldığında üzerine yapılan gönüllü insan çalışmalarında aerosol bulaşına karşı %80 koruyuculuk sağladığı görülmüştür.

BRUSELLOZ

Biyolojik savaş etkeni olarak kullanılan ilk patojenlerden biridir. Özellikle tarihte *B. suis*'in kullanıldığı topçu mermileri bildirilmektedir. Ülkemizde ve dünyada her yıl yaklaşık 500.000 olgu bildirilmektedir. Tedavi edilen olgularda mortalite oranı oldukça düşüktür.

Genel önlemler, bruselloz'dan korunmak için hayvan teması içinde bulunanlar çalışırken koruyucu kıyafet giymek zorundadırlar. Gastrointestinal bulaşı engellemek amacıyla etler ve hayvansal ürünler pişirilerek tüketilmelidir. Laboratuvar çalışanları seviye 2 ve 3 kabinleri kullanarak mikroorganizmaların kültürü ile ilgilenmelidirler. Biyolojik saldırı durumunda, standart gaz maskeleri yeterlidir. Ve koruyucu amaçla kullanılır. Personel saldırı bölgesinden tahliye edildikten sonra, kontamine olmuş giysilerle bulaşın engellenmesi amacıyla elbiseler mutlaka standart dekontaminantlarla dekontamine edilmelidir.

İmmünoprofilaksi, insanlar için bilinen bir aşı yoktur. Hayvan brusellozunun engellenmesi amacıyla kullanılan aşılarda insanların aşılanması söz konusu değildir.

Kemoprofilaksi, tedavide kullandığımız doksisisiklin 200 mg/gün iki eşit dozda ve rifampisin kapsül 600 mg/gün tek dozda 3 hafta süreyle kullanılmalıdır.

KOLERA

Su ve besinlerle bulaşan, kolera vibriyonlarının enterotoksini ile oluşan kusma ve ishal ile karakterize akut bir infeksiyon hastalığıdır. Epidemilere veya pandemilere yol açabilir. *Vibrio cholera*, terörist amaçlı saldırılarda su şebekelerine karıştırılarak kullanılabilir.

Genel önlemler, oral-fekal bir infeksiyon olması nedeniyle yiyecek ve içeceklerin kontaminasyonu engellenmelidir. Suların klor veya iyot ile kimyasal dezenfeksiyonu bu mümkün değilse kaynatılarak içilmesi önemlidir.

İmmünoprofilaksi, Korunma amacıyla aşısı geliştirilmiştir, mevcut aşı ölü bakteri aşısıdır. Aşı 0.5 ml intramusküler veya subkutan olarak 0, 7-30. günlerde yapıldıktan sonra 6 ayda rapel doz yapılır. Aşılananların %50'sinde 3-6 süren korunma sağlar.

Q FEVER

Coxiella burnetii'nin neden olduğu bir zoonoz olup, pnömoni, hepatit, nezle benzeri akut tablolara ve nadiren makülopapüler döküntülere, perikardit, miyokardit, şiddetli baş ağrısı, aseptik menenjit, ensefalit tablolarına neden olur. Etken biyolojik saldırı amacıyla kullanılabilir. Korunma amacıyla, geliştirilmiş inaktive aşısı mevcuttur.

İmmünoprofilaksi, İnaktive aşısı 0.5 ml. tek doz kullanıldığında yeterli koruyuculuk sağlar. *Kemoprofilaksi*, aşı temin edilemediği durumlarda, temas sonrası tetrasiklin 4x500 mg/gün oral yoldan, 5 gün veya doksisisiklin 2x100 mg/gün oral yoldan 5 gün kullanılırsa koruyuculuk sağlanır.

VİRAL HEMORAJİK ATEŞLER

Filovirusların içinde, 1967 yılında saptanan Marburg virusu ve 1976 yılında saptanan Ebola virusu önemli rol oynar. Filoviruslar yüksek derecede virulandırırlar. Biyolojik saldırıda kullanılabilecek patojenlerin arasındadırlar. Şüpheli hastalık tablosu ile kontrol altına alınan hastalara karşı standart tedbirlere ek olarak aynı hastalığa sahip kişiler aynı hasta odalarını kullanmalı, odaya girildiğinde eldiven giyilmeli, infektif materyal ile temasa geçildiğinde eldiven değiştirilmelidir. Odaya girildiğinde hastayla veya hastaya ait sekresyonlar, infekte materyal ile temasa geçilecekse koruyucu elbise giyilmelidir. Hastanın oda dışına çıkışları sınırlandırılmalıdır. Hastanın kullandığı alanlar günlük temizlenmelidir. Hastaya kullanılan aletler (steteskop v.b) mümkünse tek hastaya ait olmalıdır.

İmmünoprofilaksi: Viral hemorajik ateşe neden olan etkenler arasında sadece Flaviviridae ailesinden sarı humma'ya karşı onaylanmış ve halen kullanılan bir aşı mevcuttur. Canlı (17D) atenüe virus aşısıdır. Subkutan yoldan 0.5 ml tek enjeksiyon şeklinde yapılır. Tek doz aşının on yıl koruyuculuğunun olduğu bildirilmektedir. Aşı immünkomprime ve yumurta alerjisi olan kişilere kullanılmamalıdır. Sarı humma aşısı dışında, Arenaviridae grubunda yer alan Argentine Hemorajik Fever (AHF) karşı canlı, atenüe aşı USAMRMC tarafından geliştirilmekte olup Faj III çalışmaları devam etmektedir. Ayrıca, Bunyaviridae ailesinde yer alan Rift Valley Fever (RVF)'a karşı gene USAMRMC tarafından geliştirilen inaktive aşı üç doz şeklinde yapıldığında etkin bir koruyuculuk sağlayabileceği konusunda veriler mevcuttur.

STAPHYLOCOCCUS AUREUS'UN ENTEROTOXİN B

Korunma amacıyla kullanılabilir bir aşı ve bu amaçla kullanılabilir bir antibiyotik yoktur. Bulaş meydana geldiğinde cilt ve elbiselerin hızlı bir şekilde dekontaminasyonu alınabilecek tek önlemdir.

RİCİN

Korunma amacıyla kullanılabilir bir aşı ve bu amaçla kullanılabilir bir antibiyotik yoktur. Bulaş meydana geldiğinde cilt ve elbiselerin hızlı bir şekilde dekontaminasyonu alınabilecek tek önlemdir.

KAYNAKLAR

1. www.cdc.gov/ncidod/hip/bio/bio.htm
2. www.bt.cdc.gov
3. www.hopkins-biodefense.org/index.html
4. Tucker, JB. Historical trends related to bioterrorism: An empirical analysis. Emerg Infect Dis 1999; 5:498.
5. Update: Investigation of bioterrorism-related anthrax and interim guidelines for exposure management and antimicrobial therapy, October 2001. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2001; 50(42):909.
6. Update: Investigation of bioterrorism-related anthrax --- Connecticut, 2001. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2001; 50(48):1077.
7. Shalala, DE. Bioterrorism: how prepared are we?. Emerg Infect Dis 1999; 5:492.
8. Christopher, GW, Cieslak, TJ, Pavlin, JA, Eitzen, EM Jr. Biological warfare. A historical perspective. JAMA 1997; 278:412.
9. Okumura, T, Takasu, N, Ishimatsu, S, et al. Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack. Ann Emerg Med 1996; 28:129.
10. Bush, LM, Abrams, BH, Beall, A, Johnson, CC. Index case of fatal inhalational anthrax due to bioterrorism in the United States. N Engl J Med 2001; 345:1607.
11. Update: Investigation of anthrax associated with intentional exposure and interim public health guidelines, October 2001. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2001; 50(41):889.
12. Inglesby, TV, O'Toole, T, Henderson, DA, et al. Anthrax as a biological weapon, 2002: updated recommendations for management. JAMA 2002; 287:2236.
13. Garner, JS. Guideline for isolation precautions in hospitals. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Infect Control Hosp Epidemiol 1996; 17:53.
14. Holloway, HC, Norwood, AE, Fullerton, CS, et al. The threat of biological weapons. Prophylaxis and mitigation of psychological and social consequences. JAMA 1997; 278:425.
15. Smith, CG, Veenhuis, PE, MacCormack, JN. Bioterrorism. A new threat with psychological and social sequelae. N C Med J 2000; 61:150.

15 MAYIS 2003

3. OTURUM

KİMYASAL SAVUNMA ve TIBBİ YAKLAŞIM

Oturum Başkanı: Doç.Dr.Ecz.Kd.Alb. T. KARAYILANOĞLU

Saat: 13:30-14:45

Kimyasal Savunmada Görsel Yaklaşım

Doç.Dr.Ecz.Kd.Alb.
T. KARAYILANOĞLU

Kimyasal Silahlara Genel Bir Bakış ve
Özellikleri

Doç.Dr.Ecz.Kd.Bnb.
Ahmet AYDIN

Kimyasal Tehditte Tıbbi Savunma ve Tıbbi
Hazırlıklar

Dr.Uzm.Tbp.Bnb.
Levent KENAR

Kimyasal Atakta Tıbbi Yanıt

Uzm.Tbp.Kd.Yzb.
Mesut ORTATATLI

Kimyasal Terörizmin Farklı Boyutları

Prof.Dr. Filiz HINCAL

Kimyasal Savaş Ajanlarının Tanı Yöntemleri

Uzm.Dz.Tbp.Yzb.
Hakan YAREN

KİMYASAL SAVUNMADA GÖRSEL YAKLAŞIM

Doç.Dr.Ecz.Kd.Alb.Turan KARAYILANOĞLU
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
NBC Bilim Dalı Başkanı

Kimyasal Savunma; mevcut bir kimyasal silah kullanılması tehdidini veya olasılığını ortadan kaldırmak ve olası bir saldırıda gerekli tıbbi yanıtı vermek için yapılan hazırlıkları kapsar. Özellikle bir kimyasal atağa yanıt vermeye teşkil edici hazırlık ve müdahale planının oluşturulması önemli bir eylem tarzıdır. Bu plan içerisinde özellikle tıp, asker ve sivil personelin eğitimi önde gelen bir girişim olmalıdır. Bu eğitim programı oluşturulurken özellikle eğitimi en kolay yoldan ışınlamanın yöntemleri belirlenmeli ve pratiğe yönelik olmasına gayret etmelidir.

Özellikle bir kimyasal savunmanın nasıl olması gerektiği, günümüze kadar vuku bulmuş kimyasal atakları, yapılan müdahaleleri ve müdahale sırasındaki eksikler ve yanlışları mümkün olduğu ölçüde görsel olarak eğitilecek gruba sunulmasının yöntemleri ve yolları belirlenmelidir.

Mevcut imkanlar kapsamında her türlü görsel imkan ve kabiliyetler harekete geçirilmeli ve interaktif eğitim ortamı oluşturulmalıdır. Böylece aşağıda kısaca açıklanan, kimyasal savunmanın her safhasında, insan yaşamını doğrudan ilgilendiren bilgilendirme gerçeği yaşama geçirilmiş olacaktır.

Kimyasal silahlar (KSA), bir tür kitle imha silahı olup, askeri personel ve siviller üzerinde kapasite bozukluğu, yaralanmalar ve ölüm oluşturmak ve ekonomik önem taşıyan hayvan, bitki topluluklarında hasara sebep olmak amacıyla kullanılan oldukça toksik kimyasal maddelerdir.

Kimyasal silahlar diğer kitle imha silahları ile benzer özellikler taşıdığı gibi farklılıklar da göstermektedir.

Belli başlı özellikleri;

- Ani etkileri görülür,
- Biyolojik silahlara göre saptanması (deteksiyon) daha kolaydır.
- Üretilmeleri daha kolaydır,
- Üretimleri büyük maliyet gerektirmez, etkileri lokalizedir,
- Sekonder kontaminasyon ve hasara sebep olurlar.

Olası bir kimyasal silah atağını bize gösteren bazı bulgu ve belirteçler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Nedeni açıklanamayan kitlesel yaralanmalar,
- Çok sayıda ölü/yaralı hayvanın olay yerinde bulunması,
- Alışıl gelmişin dışında bir kokunun algılanması, sıvı ve buharın görülmesi,
- Meteorolojik şartlarla uyumlu olmayan bulut ve sisin görülmesi,
- Ortamda çok miktarda ajanın atılmasını sağlayan apareylerin bulunması

Kimyasal tehdiye karşı kimyasal savunmanın oluşturulması kitlesel yaralanmaların önlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu savunmanın oluşturulmasında önem taşıyan dört önemli faktör Tablo-XII'de gösterilmektedir. Bunlardan ilki, kimyasal bir atağa karşı koruyucu önlemlerin alınmasıdır. Bunun için hem askeri personelin hem de sivil halkın fiziksel ve tıbbi koruyucu önlemlerinin alınması gerekmektedir. Fiziksel korunma kimyasala maruziyetin önlenmesi yönünde kişisel ve kolektif olarak alınmalıdır. Özellikle kolektif korunma savaş alanındaki askeri personel ve kırsal kesimde yaşayan sivil halk için büyük önem taşımaktadır.

Tıbbi korunma ise, hekimler ve yardımcı sağlık personelinin oluşmuş NBC İlk Yardım Timleri tarafından gerçekleştirilecek profilaksi ve tıbbi bakımı içermektedir. Gerekli tıbbi ekipmana sahip olunması ise, yaralıların hayatta kalma sürelerini uzattığı gibi etkili bir tıbbi müdahalenin gerçekleştirilmesinde de büyük rol oynamaktadır. Bu nedenle, profilaktik ajanlar ile koruyucu ekipmanın depolandığı merkezlere ihtiyaç bulunmaktadır.

Koruyucu maske ve ekipmanın koruma maksatlı tüm bireylere dağıtımı pratik olmamakla birlikte, iyi bir koruma sağlanması açısından da bir çözüm değildir. Ayrıca; maskenin giyilmesinde bazı hataların oluşabilmesi ve ülke ekonomisine fazladan bir yük getirmesi gibi sebepler de buna eklenebilir. Toplumun kimyasal ajana maruz kalma riskinin ortaya konması ve gerekli planlamaların hayata geçirilmesi yönünden kimyasal savaş ajanlarının erken tanısı çok önemlidir. Bu aşamada, taşınabilir dedektör, erken uyarı sistemleri ve analitik laboratuvarlardan yararlanılmalıdır.

Kimyasal silahların tanınması ve saptanmasının büyük önem taşıması nedeniyle, GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle spektrometrisi) ve HPLC (Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi) gibi komplike cihazları içeren analitik laboratuvarların teşkil edilmesi, bu ajanların deteksiyonu ve geçmişe yönelik (retrospektif) olarak kullanımı açısından gereklidir.

Tablo : Kimyasal Savunma

1. KORUNMA
a. Fiziksel korunma
Vücudun / solunumun korunması
Kolektif korunma
b. Tıbbi korunma
Profilaksi
Tıbbi bakım
İlk yardım ve Kurtarma Timi
Malzemenin tedarik edilmesi
İlaç ve antidot
Koruyucu ekipman
Dekontaminasyon materyali
2. TANIMA ve SAPTAMA (Deteksiyon ve İdentifikasyon)
Detektörler
Erken uyarı sistemleri
Laboratuvarlar
3. DEKONTAMİNASYON
Kişisel dekontaminasyon
Ekipmanın dekontaminasyonu
4. EĞİTİM ve TATBİKATLAR
Tıbbi menanjman
Tıbbi müdahale
İlk yardım ve triyaj
Dekontaminasyon
Tıbbi bakım

KİMYASAL SİLAHLARA GENEL BİR BAKIŞ VE ÖZELLİKLERİ

Doç.Dr.Ecz.Kd.Bnb. Ahmet AYDIN
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Eczacılık Bilimleri Merkez Başkanlığı

TANIM

Kimyasal silahlar öldürmek, yaralayarak saf dışı bırakmak, kapasite bozucu etki ile etkisiz hale getirmek, bitkisel ve hayvansal besin kaynaklarını yok edip besin stoklarını kontamine etmek, ekonomik önemi olan hedefleri işlemez hale getirmek, askeri ve sivil personeli koruyucu giyecek ve araç kullanmak zorunda bırakarak hareket kabiliyetlerini azaltmak, teröre ve sivil personel arasında paniğe sebep olmak amacıyla kullanılan yüksek toksisite potansiyeline sahip kimyasal maddeler olarak tanımlanmaktadır.

KİMYASAL SİLAHLARIN ETKİNLİĞİ

Bir kimyasal silahın etkinliği, en az kimyasal madde miktarı ile en fazla yaralı meydana getirme veya operasyonları engelleme olarak tanımlanabilir.

Bir kimyasal maddenin etkinliği ortama yayılan kimyasal madde miktarına, çevresel faktörlere ve hedef kitlenin sayısına bağlı olarak değişmektedir. Bir kimyasal silahın yayıldığı ortamdaki etkinliğinin devamı, rüzgar, sıcaklık, yağmur ve atmosferik stabilite gibi bazı meteorolojik faktörlere bağlıdır.

- Rüzgar, kimyasal maddelerin belirli yeryüzü bölgelerine hızla dağılmasını sağlar. Rüzgar olmaması, bazı kimyasal maddelerin belirli bir ortamda bulunan konsantrasyonunu artırır.
- Yüksek sıcaklık bazı maddelerin kalıcılığını azaltır, düşük sıcaklık ise bazı maddelerin kalıcılığını arttırmaktadır.
- Yağmurun etkisi farklıdır. Yağmur, bazı kimyasal maddeleri dağıtır, bazılarını dilüe ederek etkinliğini azaltır, bazılarının da bozulmasını hızlandırır.
- Havadaki sıcaklık topraktakinden yüksek olursa buhar halindeki kimyasal madde uzun süre kalıcı olur. Buna karşılık, havadaki sıcaklık topraktakinden düşük olursa buhar halindeki kimyasal maddenin ortamda kalma süresi azalır.

KİMYASAL SİLAHLAR ORTAMA NASIL ATILIR?

Kimyasal silahlar sıcaklık ve basınca bağlı olarak katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Kargaşa kontrol ajanları haricinde, mühimmat içerisinde bulunan kimyasal silahlar sıvı haldedir. Kimyasal silahın içinde bulunduğu mühimmatın patlaması sonucu kimyasal savaş maddeleri sıvı veya aerosol halinde çevreye dağılırlar.

Bir kimyasal maddenin formülüne polimer bir madde eklenerek beklenenden daha uzun süre kalıcı olması sağlanabilmektedir.

Kimyasal savaş maddeleri uzun menzilli toplar, roketler, füzeler, havada patlayan bombalar, sprey tankları, mayınlar ve el bombaları gibi değişik savaş mühimmatları ile hedefe atılmaktadır.

İkili kimyasal silah teknolojisi geliştirilmiştir. Bu teknolojiyi taşıyan mühimmatın patlatılmasından hemen sonra kimyasal savaş ajanı oluşmakta ve ortama yayılmaktadır. Bu teknoloji ile kimyasal silah ajanlarının daha güvenli doldurma, depolama ve dağıtımı

sağlanabilmektedir. Bu teknoloji, genellikle sinir gazları için kullanılmaktadır. İkili kimyasal silah teknolojisi A.B.D. de bulunmaktadır.

KİMYASAL SİLAH OLARAK KULLANILAN MADDELER

Kimyasal savaş ajanları, oluşturduğu toksik etkilere göre başlıca beş grup altında toplanmaktadır.

I. SİNİR AJANLARI

Sinir ajanları, bilinen kimyasal savaş ajanları içinde son derece toksik olan bir grubu oluşturmaktadır. Sinir sistemi üzerinde toksik etki gösterdikleri için bu isim verilmektedir. Sıvı ve buhar halinde bulunurlar ve maruziyetten sonra tedavi edilmezse birkaç dakika içinde ölüm görülür.

Sinir ajanı olarak başlıca beş kimyasal madde bildirilmektedir. Bunlar G ajanları ve V ajanları diye başlıca iki grup içerisinde bulunmaktadır. Tabun (GA), Soman (GD), Sarin (GB) ve Süklohegzil metilfosfonofloridat (GF) G grubu sinir ajanıdır. VX ise V grubu sinir ajanıdır.

1. Sinir Ajanlarının Genel Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tüm sinir ajanları saf halde iken renksiz veya safsızlık içermesi durumunda sarımtırak renktedirler. Sinir ajanlarının bazılarının hafif meyvemsi kokuları vardır. Sinir ajanları ılıman şartlarda sıvıdır. G ajanları VX den daha uçucudurlar. Sarin (GB), buharlaşması en yüksek olan ajandır. GF ise uçuculuğu en az olandır. Genelde sinir ajanları belli bir dereceye kadar suda çözünürler. Çözünürlükleri birbirinden farklıdır. Sarinin çözünürlüğü çok yüksektir, soman az çözünür, tabun ve VX ise bu ikisi arasında bir çözünürlüğe sahiptir. Sinir ajanlarının yağda çözünürlüğü de azdır. Sinir ajanları, güçlü alkaliler ve klor verici maddelerle hızlı bir şekilde inaktive edilirler. G ajanları kontamine ettikleri alanda birkaç gün içinde kendi kendine dekompoze olurlar. V ajanları ise stabilitesi yüksek olması, suya dayanıklı olmaları ve düşük uçuculuğa sahip olmaları nedeniyle haftalarca kalabilirler.

Sinir ajanları ikili kimyasal silah teknolojisi şeklinde füzeler, roketler, bombalar, havan mermisi, sprey tankları, kara mayınları ve diğer tip cephane ile ortama verilirler.

2. Sinir Ajanlarının Vücuda Giriş Yolları

Sinir ajanları vücuda inhalasyon, deri ve sindirim sistemi yoluyla girer. Zehirlenme belirtileri başlıca ajanın vücuda giriş yoluna bağlıdır. İnhalasyon yoluyla alındığı zaman etkiler daha çabuk görülür. Deri yoluyla maruziyette etki kısmen geç başlar.

3. Sinir Ajanlarının Toksik Etki Mekanizması

Sinir ajanları, plazmadaki butirikolinesteraz, al yuvarlardaki asetilkolinesteraz ve dokularda kolinerjik reseptör bölgelerindeki asetilkolinesteraz enzimini bloke eder. Bunun sonucu olarak kolinerjik reseptör bölgesindeki nörotransmitter olan asetilkolin hidrolize edilemeyerek birikir. Toksisite tablosu da bütün kolinerjik kavşak ve sinapslarda asetilkolin birikmesiyle gelişir. Sonuçta parasempatomimetik (muskarinik) etkilere ilave olarak nikotinik etkiler ve santral sinir sistemi (SSS) belirtileri gözlenir.

Sinir ajanı ile asetilkolinesteraz enziminin blokajı geri dönüşsüz bir blokajdır. Dışarıdan verilecek oksim antidotları ile sinir ajanı-enzim kompleksi arasındaki bağ kırılır ve enzim serbest hale getirilebilir. Ancak oksim bileşikleri, sinir ajanı-enzim kompleksini enzim eskimesi denilen olay gerçekleşmediği takdirde yıkabilir. Enzim eskimesi (Aging), değişik sinir ajanları ile farklı sürelerde oluşmaktadır. Genelde enzim eskimesi, sinir ajanı

maruziyetinden sonraki akut toksik belirtilerin görülmesinden daha uzun bir sürede oluşmaktadır. Bununla birlikte GD-enzim kompleksinin eskime süresi yaklaşık iki dakikadır. Bu nedenle GD zehirlenmesinde kullanılacak oksim bileşiğinin etkinliği iki dakika sonra azalmaktadır.

Tablo 1
Sinir ajanı buharlarının toksisitesi (mg-dakika/m³)

Ajan	LC₅₀	IC₅₀	MC₅₀
GA	400	300	2-3
GB	100	75	3
GD	70	Bilinmiyor	<1
GF	Bilinmiyor	Bilinmiyor	<1
VX	50	35	0.04

Tablo 2
Sinir ajanlarının deriden maruziyetle LD₅₀ değerleri

Ajan	LC₅₀
GA	1000 mg
GB	1700 mg
GD	50 mg
GF	30 mg
VX	10 mg

4. Sinir Ajanı Zehirlenme Belirtileri

Sebepsiz ağrı ve burun akıntısı
 Salivasyon
 Terleme
 Görme bulanıklığı ve miyozis
 Bronkospazm
 İntestinal hiperaktivite
 Bradikardi
 Adele seyirmeleri
 İstem dışı hareketler
 Güçsüzlük ve kas felci
 İdrar tutamama
 Bilinç kaybı
 Konfüzyon
 Ataksi
 Konuşma güçlüğü
 Reflekslerin bozulması
 Cheyne-Stokes solunumu
 Konvülsiyonlar
 Solunum depresyonu ve ölüm şeklinde gelişir.

II. YAKICI AJANLAR (VEZİKAN AJANLAR, BLİSTER AJANLAR)

Bu gruptaki ajanlar sistemik etkileri de olan genel doku iritanıdır. Temas ettikleri deri üzerinde yakıcı etki gösterirler. Bununla beraber gözlere ve hava yollarına da hasar verirler. Bunlar arasında, Mustard (Hardal Gazı, Kükürtlü Hardal, H, HD), Lewisit (L), Fosgen Oksim (CX), Azotlu Hardal (HN), Fenildiklorarsin (PD) ve Etildiklorarsin (ED) vardır.

Yakıcı ajanlar, düşman kuvvetlerini koruyucu teçhizat giymek zorunda bırakan dolayısıyla savaşıma yeteneğini azaltan ajanlardır. Bu nedenle kapasite bozucu ajanlar da denir.

Yakıcı ajanlar, kontamine ettikleri yüzeylerde ve teçhizatı uzun süre kalma eğilimindedirler. Mustard gazları, hücre membranından, tahta, kauçuk gibi yüzeylerden penetre olabilmek yeteneği olan ajanlardır.

Yakıcı ajanlar, renksiz ve hemen hemen kokusuz maddelerdir. Soğan veya hardal gibi kokabilirler. Yakıcı ajanların formüllerine polimer bir madde katılarak etkinliği ve kalıcılığı artırılmaktadır.

Yakıcı ajanlar oda ısısında sıvı halde bulunurlar. Sıcak iklim koşullarında kalıcılığı azdır, fakat bu durumda buharlaşması yüksektir. Suda çözündükleri zaman hızla hidroliz olurlar. Dolayısıyla suyla dekontaminasyonu son derece kolaydır.

Azotlu hardalın cilt üzerindeki etkisi hardala kıyasla daha uzun sürede ortaya çıkar. Buna karşılık gözlerdeki etkisi daha hızlıdır. Diğer taraftan azotlu hardal, buhar basıncının yüksek olması nedeniyle daha tehlikeli bir akciğer iritanıdır. Organik bir arsenik bileşiği olan Lewisitin etkileri de hardallara benzer, ancak daha hızlıdır. Kritik hücresel enzim sistemlerini etkileyerek öldürücü etki gösterirler.

Kükürtlü Hardal (Mustard), temas ettiği gözlerde, solunum sisteminde ve deri üzerinde korozyon ve yakıcı yakıcı etki gösterirler. Sistemik dolaşıma giren mustard kemik iliğinde, gastrointestinal kanalda ve merkezi sinir sisteminde etkiler oluşturmaktadır. Kükürtlü hardal nükleik asitler, proteinler ve nükleotidler gibi biyolojik moleküllere bağlanır. Alkileyici özellikte genotoksik bir ajandır. DNA ve RNA zincirleri arasında çapraz bağlar oluşturur.

Azotlu Hardal, saf halde renksiz, hafif amin kokulu bir sıvıdır. Kükürtlü hardaldan daha az uçucu ve daha az suda çözünen bir maddedir. Suya ve oksidan ajanlara daha rezistandır, bu nedenle dekontaminasyonu daha zordur. Toksik etkileri kükürtlü hardal gibidir.

Lewisit, saf halde renksiz, kokusuz veya hafif sardunya kokusunda bir sıvıdır. Suda çok az çözünür. Hızlı etkili bir yakıcı ajandır. Sistemik olarak absorbe edildiği zaman sülfidril grubu taşıyan enzim ve proteinlerle reaksiyona girip fonksiyonlarını bozar ve arsenik intoksikasyonuna ait belirtileri gösterir. Diğer mustarlardan farklı olarak kan basıncını düşürür, akciğerlerde şişme ve barsaklarda sorunlar yaratmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda maruziyet 10 dakika içinde ölüme neden olur.

Fenildiklorarsin (PD), renksiz ve kokusuz bir sıvıdır. Kükürtlü hardala nazaran daha az etkilidir.

Etildiklorarsin (ED), hızlı iritan etkili bir maddedir. Kükürtlü hardaldan daha az kalıcıdır.

Fosgen oksim (CX), katı ve sıvı halde bulunur. Hoş olmayan iritan bir kokusu vardır. Suda ve organik çözücülerde oldukça iyi çözünür. Kükürtlü hardal benzeri yakıcı etkileri çok çabuk görülür.

III. AKCİĞER İRRİTANLARI (BOĞUCU GAZLAR)

Akciğer dokusuna atak yapan ve birincil olarak pulmoner ödem yapan ajanlardır. Bu ajanlar arasında Fosgen (CG), Difosgen (DP), Klor (Cl) ve Klorpikrin (PS) vardır.

Fosgen (CG), renksiz, çürük ot, mısır püskülü, ot veya yeni biçilmiş ot kokusunda olan bir gazdır. Çok uçucudur, fakat havadan ağırdır. Organik çözücülerde ve sıvı yağlarda çok çözünür. Suyla çok kolay parçalanır. Fosgeni üretmek çok kolaydır, fakat stabil olmaması nedeniyle saklamak zordur, bu nedenle buzdolabında saklanır.

Düşük konsantrasyonlarda letal özellikte olmasa da büyük bir kapasite bozucu etkinlik gösterir. İnhal edilen fosgen, bronşiyollerde ve alveolar membranlarda yapısal bütünlüğü bozarak kapiler-alveolar duvarın geçirgenliğini artırır ve pulmoner ödem gelişir. Alveolar membran enzimlerini inhibe ederek veya HCl üreterek alveollerin hasar görmesine neden olmaktadır.

Yüksek konsantrasyonda maruz kalındığında, öksürük, boğulma, göğüste sıkışma hissi, bulantı, bazen kusma ve baş ağrısı görülür. Maruziyetten sonra 2-24 saat lik bir semptomsuz dönem görülür. Bu dönemi pulmoner ödem takip eder. Bu nedenle fosgene maruz kalan kişi asemptomatik de olsa en az 24 saat gözlem altında tutulmalıdır. Spesifik bir antidotu yoktur.

Difosgen ve Klor (Cl), diğer akciğer iritanı ajanlardır.

IV. KAN ZEHİRLERİ

Solunum yoluyla alındıktan sonra, sitokrom oksidaz enzimini bloke ederek öldürücü etki gösteren ajanların bulunduğu gruptur. Hidrojen siyanür (AC) ve Cianojen Klorür (CK) bu grupta bulunan başlıca kimyasal ajanlardır.

Hidrojen Siyanür:

Siyanürler, hızlı etkili öldürücü kimyasal savaş ajanıdır. Yüksek toksisitesi ve yüksek buharlaşma özelliği nedeniyle savaş ajanı olarak kullanılması sınırlı olmaktadır. Açık alanda uygulandığında yüksek konsantrasyonda AC elde etmek zordur, fakat kapalı veya kontrollü bir alanda yüksek ve öldürücü konsantrasyon sağlanabilir.

Oda ısısında renksiz, acı badem kokusunda bir sıvıdır. Suda çözünür ve stabildir. Siyanür bileşikler suda belli bir oranda hidroliz olur ve toksisitesi tedrici şekilde azalır.

Siyanür iyonları, sitokrom oksidaz gibi metal içeren enzim sistemlerine bağlanma özelliğine sahiptirler. Bu enzim sistemi hücredeki oksidatif proseslerin temel elemanıdır. Siyanürler sitokrom oksidazdaki Fe⁺³ iyonuna bağlandığı zaman hücresel solunum durmaktadır. Hücreler oksijeni kullanamamaktadır. Merkezi sinir sistemi hücreleri oksijen eksikliğine çok duyarlı oldukları için etkilerin çoğu merkezi sinir sistemi kaynaklıdır.

Zehirlenme belirtileri alınan siyanür dozu, maruziyet yolu ve maruziyet zamanı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. İlk belirtiler, rahatsızlık ve solunum hızında artıştır. Diğer ilk belirtiler, baş dönmesi, baş ağrısı, kalp çarpıntısı ve solunum güçlüğüdür. Zaman ilerledikçe

kusma, konvülziyonlar, solunum yetmezliği ve koma görülür. Tedavi edilmezse maruziyetten sonra 6-8 dakika içinde ölüm görülür.

Siyanojen Klorür (CK)

Etki mekanizması hidrojen siyanür gibidir. Hidrojen siyanürden farklı olarak bunlar temas ettikleri mukoz mebranlarda ve gözlerde iritan etki gösterirler.

V. KAPASİTE BOZUCU AJANLAR (PSİKOKİMYASALLAR, PSİKOMİMETİK AJANLAR)

Bu gruptaki kimyasal maddeler, mental durumu etkileyerek etki gösteren ajanlardır. Bu maddelere halusinojenler, fantastika veya psikodelik ajanlar da denilmektedir. Merkezi sinir sistemini etkileyerek stimülasyon veya depresyon yoluyla davranış bozukluğuna neden olarak askeri görevlerin yerine getirilmesini engellerler.

Liserjik asit dietilamid (LSD), psikomimetik etkili bir maddedir. Claviceps purpurea'dan elde edilir. Stabilitesinin çok düşük olması nedeniyle kimyasal silah olarak kullanımı çok önemli değildir.

Kinüklidil benzilat (BZ), bu gruptaki psikomimetik etkili bileşikler atropin benzeri etki gösterirler. Toksik etkileri pupillerde dilatasyon, yakını görememe, ağız kuruluğu, çarpıntı, vücut ısısında artma ve hallusinasyonlar şeklinde görülür.

Fensiklidin, psikomimetik etkili bir bileşiktir. Anestezik özelliği de vardır. Genellikle madde bağımlıları tarafından suistimali yapılır. Toksik etkileri, vücudun farkında olmama, çok kuvvetli rüya görme ve oryantasyon bozukluğu şeklinde görülür.

VI. KARGAŞA KONTROL AJANLARI

Bu grupta göz yaşartıcı ajanlar ve kusturucu ajanlar yer almaktadır.

GÖZ YAŞARTICI AJANLAR

1. Gözyaşartıcı Ajanlarının Genel Özellikleri:

Göz yaşartıcı gazlar, **kargaşa kontrol maddeleri** olarak adlandırılmaktadırlar ve düşük konsantrasyonlarda gözlerde ağrı, göz yaşı akması, gözleri açamama ve öksürük gibi etkilere yol açarlar. Bu etkiler, maruziyetten sonra saniyeler içinde başlar ve maruziyet bittikten sonra birkaç dakika içinde sona erer. Ciltte 24 saat kadar süren kızarıklık görülebilir. Herhangi bir kalıcı etki bildirilmemiştir.

Göz yaşartıcı gazlar, iritan özellikte, çok düşük akut ve kronik toksisiteye sahip ve kısa etki süreli maddelerdir.

Göz yaşartıcı gazlar askeri amaçlarla ve kargaşa kontrol maddesi olarak geniş halk kitlelerinin belli bir süre etkisiz hale getirilmesi amaçlarıyla yıllardan beri kullanılmakta olan maddelerdir.

2. Kullanılan Göz Yaşartıcı Gazlar:

Yaklaşık olarak 30 göz yaşartıcı gaz geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Fakat bunlar arasında en önemli olanları ve kod adları aşağıda verilmiştir.

Kloroasetofenon (**Kod adı: CN, Mace**)

Kloroform içinde kloroasetofenon (**Kod adı: CNC**)

Kloroform içerisinde kloroasetofenon + kloropikrin karışımı (**Kod adı: CNS**)
Benzen-karbon tetraklorür karışımı içerisinde kloroasetofenon (**Kod adı: CNB**)
Bromobenzil siyanür (**Kod adı: CA**)
Orto-klorobenzil malononitril (**Kod adı: CS, Biber gazı**)

CN, önceleri çok geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Ancak daha sonra geliştirilen **CS**, daha iritan özellikte olması, daha düşük toksisite potansiyeline sahip olması ve suyla kolaylıkla parçalanabilmesi gibi üstünlükleri nedeniyle CN'nin yerini almıştır.

3. Göz Yaşartıcı Ajanların Muhtemel Toksik Etkileri:

Göz yaşartıcı gazlar doğru şekilde kullanıldıkları zaman çok düşük akut toksisite potansiyeline sahiptirler. Kargaşa kontrol amacıyla kullanılan dozu ile sağlık üzerine zararlı etki gösteren dozu arasında oldukça büyük bir fark vardır. **CS** gibi yeni geliştirilen göz yaşartıcı gazların toksisiteleri de oldukça düşüktür.

Bununla birlikte kapalı alanlarda, çok yüksek dozlarda, uzun süreli maruziyetle toksisite riski artmakta ve göz, akciğer ve cilt hasarı görülebilmektedir.

Yapılan araştırmalarda bu maddelerin genetik toksisite göstermediği ve fötüs gelişimini etkilemediği bildirilmiştir. Ayrıca bu maddelerin kullanılmasıyla herhangi bir kanser gelişimi de görülmemiştir.

KUSTURUCU AJANLAR

Bu amaçla **Adamsit (DM)** denilen kimyasal madde kullanılmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda solunum kanallarında aşırı irritasyona yol açarlar, öksürme, frontal boşlukta ağrı ve astmaya neden olabilirler. Bulantı ve kusmaya neden olur. Gözde şiddetli irritasyona yol açar. Ciltte daha az iritandır.

KAYNAKLAR

1. Hıncal, F., Çeliker, A., Özgüven, Ş., Kaya, E.: Kimyasal ve Biyolojik Savaş Ajanlarının Sağlık Üzerine Etkileri. Emekli Ofset, Ankara, 1991.
2. <http://www.fas.org.nuke/guide/usa/doctrine/army/mmcch/>
3. ChemicalWeaponsIndex, <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/4239/chemweapons/cwindex.html>
4. Health Aspects of Biological and Chemical Weapons Projected Second Edition of Health Aspects of Biological Weapons: Report of Who Group. http://www.who.int/emc/pdfs/BIOWEAPONS_FULL_TEXT2.pdf
5. <http://www.fas.org.nuke/guide/usa/doctrine/dod/fm8-9/3ch7.htm>

KİMYASAL TEHDİTTE TIBBİ SAVUNMA ve TIBBİ HAZIRLIKLAR

Dr.Uzm.Tbp.Bnb. Levent KENAR
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
NBC Bilim Dalı Başkanlığı

Kimyasal bir atak durumunda yapılacak tıbbi girişimleri üç ana başlık altında kategorize ederek inceleyebiliriz:

1. Atak öncesi tıbbi hazırlılık,
2. Olay yerinde verilecek ani yanıt
3. Atak sonrası hastane aşaması.

ATAK ÖNCESİ TIBBİ HAZIRLILIK:

Olası bir kimyasal silahın kitlesel etkilerine karşı, öncelikle barış zamanında askeri ve sivil sağlık kuruluşları, acil tıbbi hazırlılık ve sağlık personeli tarafından yürütülecek tıbbi müdahale planlarının oluşturulması gerekmektedir (Tablo-I). Hazırlık planları atak öncesi geliştirilmesi gereken pek çok ihtiyacı içermektedir.

Bunlar arasında, Tıbbi Müdahale Timi, bu planlamanın en önemli komponentlerinden birisidir. Bu plan içerisinde kimyasal bir tehdide karşı nasıl hazırlıklı bulunulması gerektiği de ele alınmalıdır. Bir olay öncesi, koruyucu ve savunmaya yönelik ekipman gibi tıbbi kaynakların stoklanması yönündeki bilgilerin elde edilmesi efektif bir tıbbi yanıtın gerçekleştirilmesinde büyük rol oynamaktadır. Olay sonrası yaralıların triyajı ve sağlık kuruluşlarına tahliyesi de bu kaynakların varlığı ve kullanılabilirliği ile orantılı olacaktır.

Ayrıca, hastane bünyesinde dekontaminasyon ünitesi, laboratuvarlar ve ilk yardım-triyaj üniteleri oluşturulup, atak sırasında veya sonrasında etkin bir şekilde çalışmaları yönünde planlamalar yapılmalıdır. Bunun dışında, kimyasal savunmaya teknolojik bir alt yapı oluşturmak üzere, deteksiyon, profilaksi, tedavi ve erken uyarı sistemlerine yönelik bilimsel araştırmalar ortaya konulup geliştirilmelidir.

Özellikle sivil popülasyonun eğitime büyük önem verilmeli, bu eğitimde kişilerin kendi kendini koruması (self-protection) ve bir kimyasal atak sonrası bunun varlığını ortaya koyacak bilgilendirmeler yapılmalıdır. Bunun dışında, askeri ve sivil kimyasal savunma kuruluşları, belli bir işbirliği ve ortak çalışma sergileyerek bu tehdide karşı hazırlıklı bulunmalıdırlar. Bu organizasyonlar, kimyasal savunmanın oluşturulması kapsamında, bu ajanların kullanımına yönelik belirteçler konusunda belli deneyimlere kavuşturulmalıdır.

Tablo-I: Kimyasal Terörizme Karşı Tıbbi Yanıt Ve Hazırlılık:

Acil müdahale planlarının oluşturulması
Tıbbi Müdahale Timi
Koruyucu ekipman ve materyallerin stoklanması
İlk yardım ve Dekontaminasyon Ünitesi
Laboratuvarlar
Analitik laboratuvar
Biyokimya Laboratuvarı
Korunma
Kişisel
Toplu
Araştırma ve Geliştirme faaliyetleri
Tanıma ve saptama (deteksiyon ve identifikasyon)
Profilaksi ve tedavi
Eğitim ve tatbikatlar
Sivil halka yönelik
Tıbbi personel
İlk yardım ve Kurtarma Ekibi
Haberleşme ve İşbirliği
Ulusal ve uluslararası
İkaz ve alarm
Olaya yönelik belirteçler
İstihbarat

KİMYASAL ATAĞA KARŞI OLAY YERİNDE ACİL TIBBİ MÜDAHALE HASTANE ÖNCESİ TIBBİ YANIT

Kimyasal savaş ajanı gibi kitle imha silahlarının kullanıldığı bir durumda, ileri derecede etkili acil tıbbi yanıt ve olay yerinde kimyasal yaralılara hastane öncesi tıbbi müdahaledeki etkinlik, ölü sayısı, panik ve kaosu anlamlı derecede azaltacaktır.

Kimyasal ajanlara maruz kalmış kişilerin semptom ve bulgularını değerlendirebilecek kurtarma ekibi, olay yerinde iyi bir tıbbi müdahale ve yönetim uygulamalıdır. Aksi takdirde yaralılara müdahalede hastaneler ve diğer sağlık kurumları aşırı iş yükünü kaldıramayacağı için yetersiz kalacaktır. Hastanelerin aşırı yüklenmesi ise kimyasal silahların amaçlarından biri olan kaos ve paniği arttıracaktır. Bu nedenle tıbbi yönetim, olay yerinde triyaj ve tıbbi bakımı kapsayacak şekilde yüksek seviyede uygulanmalıdır.

Kimyasal bir olaya müdahale edecek personelin iyi hazırlanması, eğitilmesi ve gerekli malzeme ile donatılması önemlidir. Bu müdahale personeli acil tıp teknisyeni, acil uzman hekimi ve acil hemşiresinden oluşmalıdır. Bu kişilerin kimyasal atağın hastane öncesi yönetimi için aşağıdaki konular hakkında bilgi sahibi olmaları gereklidir.

- a) Olayı tanımlama
- b) Tıbbi komuta ve kontrol
- c) Emniyet ve koruma
- d) Dekontaminasyon
- e) Olay bölgesinin izolasyonu
- f) Örnek toplama ve deteksiyon
- g) Psikolojik yönetim

- h) Haberleşme ve koordinasyon
- i) Triyaj
- j) Tedavi
- k) Tahliye
- l) Ölü işlemleri

Bu hususlardan bazıları, tıbbi ekibin aldığı atak öncesi önlemlerde göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlardan, olay yeri izolasyonu ve bölgelerin oluşturulmasıyla birlikte triyaj ve transportun, yani diğer medikal işlemlerin ne kadar hızlı yapıldığına bağlı olan tahliye işleminin iyi bilinmesi gereklidir.

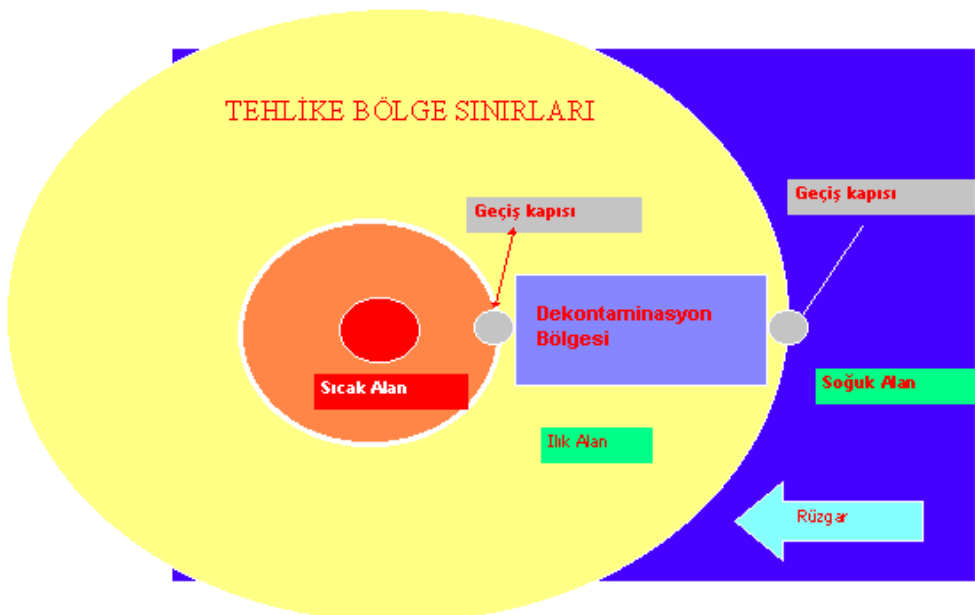
Her şeyden önce atağın bir kimyasal atak olduğu belirlenmeli ve tıbbi ekibin muhtemel kimyasal atak işaretlerini iyi bilmesi gereklidir (Tablo-II).

Tablo-II: Kimyasal ajan kullanımını düşündürecek genel bulgular.

➤ Beklenmedik şekilde çevredeki hayvanların ölmesi
➤ Çok sayıda insanda açıklanamayan benzer bulgu ve semptomların görülmesi
➤ Alışlagelmişin dışında sıvı damlacıkları, gaz ve kokunun bulunması
➤ Olay yerinde spreyleme cihazı ya da mühimmat bulunması

Kimyasal atağa karşı triyaj ve ilk yardımı gerçekleştirirken, tahliye ve dekontaminasyon alanlarını içeren farklı bölgeler oluşturulmalıdır. Diğer bir deyişle önceden bazı kesin konseptleri yerine oturtmalıyız, ilk yardım ve hayat kurtarma yeteneğimizi geliştirmeliyiz. Özellikle operasyon bölgesindeki mevcut tıbbi imkanlar göz önünde tutularak, yaralıların tıbbi bakım önceliğine göre triyaj görevlileri tarafından sınıflandırılması hastaneye gönderilecek yaralı sayısını oldukça azaltır. Bazı yaralılar sınıflandırmaya göre bekletilebilir ya da geciktirilebilir. Daha ileri tıbbi bakım gerektirenler ilgili bölümlere sevk edilebilir.

Kimyasal bir olaydan sonra kirli alana gelen kurtarma ekibi meteorolojik şartları da dikkate alarak alanı sıcak, ılık ve soğuk bölge olmak üzere üçe ayırmalıdır. Tamamen kontamine olan sıcak bölge, özel kimyasal ajan detektörlerine ve alıcılara sahip deteksiyon takımı tarafından işaretlenmelidir. Ilık bölge ile soğuk bölgenin ayrıldığı hat üzerine acil tedavi istasyonu kurulur ve tahliye işlemi yapılır (Şekil-1).



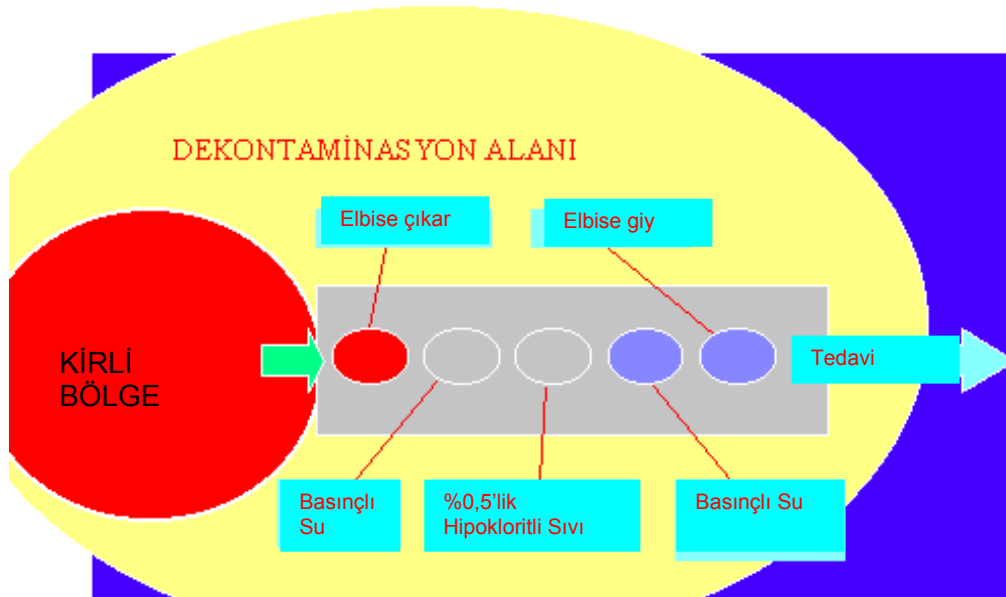
Şekil-1: Kimyasal atak sonrası alanların oluşturulması.

Triyaj, ilk yardım ve dekontaminasyon uygulamalarının yapıldığı sıcak ve ılık bölgeler kirli alan olarak kabul edilir ve bölge temiz alandan acil tedavi istasyonunun kurulduğu sıcak hat ile ayrılır. Kirli bölgeye giren tıbbi ekip personeli mutlaka koruyucu elbise giymeli ve tekrar temiz bölgeye dönmenden önce dekontaminasyon işlemine tabi tutulmalıdır.

Stabil durumdaki yaralılara temiz alana götürülmeden önce dekontaminasyon yapılmalıdır. Ağır ama stabil olan bazı yaralılar dekontaminasyon uygulamadan direkt hastaneye tahliye edilebilirler. Bu karar sadece uzman hekimler tarafından verilmelidir. Bütün yaralıların hastaneye kabulünden önce dekontamine edildiği gerçeğini göz önünde bulundurarak, tecrübelerime göre bu uygulama doğrudur. Ama bazı otoriteler kimyasal olay bölgesinden yaralıların direkt hastaneye naklinin yanlış olduğunu kabul etmektedirler.

Dekontaminasyon, genellikle sıcak hattın dışında dekontaminasyon istasyonlarında şekil-2'de görüldüğü gibi seri bir biçimde yapılır. Kimyasal bir saldırı karşısında özgün bir yaklaşım olan dekontaminasyon, ajanın nötralize edilmesi veya uzaklaştırılması şeklinde yapılır.

Burada % 0,5 hipoklorit çözeltisi (1 kısım çamaşır suyu, 9 kısım su) uygulanan hastalar, son istasyonda su ile durulanırlar. Dekontaminasyon işlemi esnasında cildin silinmesi ve fırçalanmasının kimyasal ajan absorpsiyonunu arttıracak şekilde yapılmalıdır. Dekontaminasyon istasyonunun amacı, kontamine yaralıların acil tedavi alanına dekontamine edilmeden kirli bir şekilde geçmemelerini sağlamaktır.



Şekil-2: Ilık bölgede dekontaminasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi.

Kimyasal bir saldırıdaki kurtarma ekibinin dikkat etmesi gereken en önemli kural kendi kendini korumaktır. Bunun iki temel yöntemi vardır:

- Yeterli korumaya sahip elbiseler giymek,
- Yaralıların tam bir dekontaminasyona tabi tutulduğundan emin olmak.

Bu elbiselerin iç tabakası aktif karbonla kaplanmış olmalıdır. Tüm personel en az C seviyesinde koruyucu elbise giymelidir (Tablo-III). Koruyucu ekipmanlardan biri olan gaz maskesi, özellikle gaz haline dönüşebilen ajanlara karşı etkili bir korunma sağlar. Gaz

maskeleri ile sürekli yapılan denemeler ve eğitim, bu maskelerin kullanımı sırasındaki zorlukların yenilmesini mümkün kılar.

Tablo-III: Kimyasal bir olayda kullanılacak teçhizatların koruma seviyeleri

Seviye A	En üst düzeyde koruma sağlar, çok yüksek konsantrasyonda toksik ajan uygulamasında kullanılır.	Tam bir kimyasal koruma sağlar, pozitif basınçlı solunum cihazı, kimyasal geçirmeyen çift katlı eldiven ve çizme vardır. Kıyafet hava geçirmez.
Seviye B	Cilt tehlikesinin az olduğu durumda kullanılır.	Hava geçirmezlik dışında A seviyesindeki gibi tam bir solunum koruması yapar.
Seviye C	Ajanın havadaki konsantrasyonu çok düşükse kullanılır.	Yüzü koruyan maske, Kimyasal geçirmeyen eldiven ve çizmesi olan kıyafet.
Seviye D	Kimyasal atak tehlikesi olmayan durumda kullanılır.	Latex eldiven, solunum koruması yoktur, göze sıçramayı engeller.

Kurtarma tim personeli soğuk bölge olarak adlandırılan alanda da tam koruyucu elbise, maske ve diğer ekipmanlar ile çalışmalıdır. Bazı uzmanların temiz bölgede görevlendirilen tıbbi bakım personelinin koruyucu maske takmadan çalışabileceğini belirtmelerine rağmen, korunmasız sağlık personelinin risk altında olabileceği unutulmamalıdır. Çünkü, soğuk bölge ayrılmış bir alan olsa bile, tıbbi müdahale esnasında meteorolojik şartların değişmeyeceğinden emin olunamaz.

Kimyasal atağa karşı olay yerinde acil tıbbi müdahale tablo-IV'de özetlenmiştir.

Tablo-IV: Kimyasal atağa karşı olay yerinde acil tıbbi müdahale.

İlk yardım ve Kurtarma Timi
Olay yerinin izolasyonu ve güvenliğinin sağlanması
Deteksiyon
Sıcak bölgenin oluşturulması
İlk yardım
Triyaj
Ilık bölgenin oluşturulması
Dekontaminasyon
Transport
Soğuk bölgenin oluşturulması
Tıbbi bakım
Triyaj ve tahliye
Kimyasal atağın tipini ve büyüklüğünün değerlendirilmesi
Kitlesel yaralanmalara yönelik ihtiyaçların değerlendirilmesi
İlk müdahalecilerin korunması

KAYNAKLAR

1. Bradley, R.N.: Health care facility preparation for weapons of mass destruction. *Prehosp. Emerg. Care*, 4(3): 261-9, 2000.
2. Brennan, R.J., Waeckerie, J.F., Sharp, T.W., Lillibridge, S.: Chemical Warfare Agents: Emergency Medical and Emergency Public Health Issues. *Ann. Emerg. Med.*, 34(2):191-204, 1999.
3. Cox R.D.: Decontamination and management of hazardous materials exposure victims in the Emergency Department. *Ann Emerg Med*, 23: 761-70, 1994.
4. Grabenstein, J.D.: The Pharmacist's response to biological or chemical terrorism: Developing a preparedness plan. *Hospital Pharmacy*, 33(11): 1423-31, 1998.
5. Jernigan JA, Stephens DS, Ashford DA, Omenaca C, Topiel MS, Galbraith M, Tapper M, Fisk TL, Zaki S, Popovic T, Meyer RF, Quinn CP, Harper SA, Fridkin SK, Sejvar JJ, Shepard CW, McConnell M, Guarner J, Shieh WJ, Malecki JM, Gerberding JL, Hughes JM, Perkins BA.: Bioterrorism-related inhalational anthrax: the first 10 cases reported in the United States. *Emerg. Infect. Dis* 7(6): 933-44, 2001.
6. Lord, E.J.: Exercises involving an act of biological or chemical terrorism: what are the psychological consequences?. *Mil. Med.*, 166(12 Suppl): 34-5, 2001.
7. Macintyre, A.G., Christopher, G.W., Eitzen, E.Jr., Gum, R., Weir, S., DeAtley, C., Tonat, K., Barbera, J.A.: Weapons of Mass Destruction Events with Contaminated Casualties. *JAMA*, 283(2): 242-249, 2000.
8. Medical Management of Chemical Casualties Handbook. 3rd Edition, US Army Medical Research Institute of Chemical Defense, Aberdeen Proving Ground, 2000.
9. Richards, C.F., Burstein, J.L., Waeckerie, J.F., Hutson, H.R.: Emergency Physicians and Biological Terrorism. *Ann. Emerg. Med.*, 34(2): 183-190, 1999.
10. Sidell, F.R., Takafuji, E.T., Franz, D.R.: Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare. Bethesda, Maryland, Office of the Surgeon General, 1997.
11. Sidell, FR: What to do in case of an unthinkable chemical warfare attack or an accident, *Postgrad. Med.*, 88(7): 70-84. 1990.
12. The Medical NBC Battlebook, USACHPPM Tech Guide 244, August 2000.
13. Treat, K.N., Williams, J.M., Furbee, P.M., Manley, W.G., Russell, F.K., Stamper, C.D.: Hospital preparedness for weapons of mass destruction incidents: An initial assessment. *Ann. Emerg. Med.*, 38(5): 562-65, 2001.
14. Tucker, J.B.: National Health and Medical Services Response to Incidents of Chemical and Biological Terrorism. *JAMA*, 278 (5): 362-68, 1997.
15. Tur Kaspas, H., Lev, E.I., Hendler, I., Siebner, R., Shapira, Y., Shemer, J.: Preparing hospitals for toxicological mass casualties events. *Crit Care Med.*, 27(5): 1004-8, 1999.

KİMYASAL ATAKTA TIBBİ YANIT

Uzm.Tbp.Kd.Yzb. Mesut ORTATATLI
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
NBC Bilim Dalı Başkanlığı

Kimyasal savaş ajanı gibi kitle imha silahlarının kullanıldığı durumda, ileri derecede etkili acil tıbbi yanıt ve olay yerinde yapılacak hastane öncesi tıbbi müdahaledeki etkinlik, ölü sayısı, panik ve kaosu anlamlı derecede azaltacaktır.

Kimyasal ajanlara maruz kalmış kişilerin semptom ve bulgularını değerlendirebilecek kurtarma ekibi, olay yerinde iyi bir tıbbi müdahale ve yönetim uygulamalıdır. Aksi takdirde yaralılara müdahalede hastaneler ve diğer sağlık kurumları aşırı iş yükünü kaldıramayacağı için yetersiz kalacaktır. Hastanelerin aşırı yüklenmesi ise kimyasal silahların amaçlarından biri olan kaos ve paniği arttıracaktır. Bu nedenle tıbbi yönetim, olay yerinde triyaj ve tıbbi bakımı kapsayacak şekilde yüksek seviyede uygulanmalıdır.

Trijaj yaralıların, tıbbi bakım önceliklerine ve eldeki mevcut tıbbi imkanlarla uyumlu olacak şekilde kategorize edilmeleridir. Bu durum, uygun tedavi ile yeterli yaşama şansı bulabilecek yaralıların sınırlı tedavi olanaklarından maksimum yararlanımı sağlamaktadır.

Herhangi bir atak sonrası triyaj yapılması gereken pek çok durumla karşılaşılabilir. Bunlar arasında; tıbbi destek unsurlarına olan artan ihtiyaç, sınırlı tıbbi kaynaklar ve tesisler ile kitlesel yaralanmaların mevcudiyetidir. Diğer bir deyimle, bir kitlesel yaralanmanın söz konusu olduğu vakalarda ve tıbbi olanakların aşırı yüklendiği ve yetersiz olduğu durumlarda triyaja gereksinim duyulmaktadır. Triyaj sırasında veya yaralılara bu triyaj sistemi uygulandığında, triyaj sorumlusu tarafından respiratuvar, nörolojik ve dolaşımsal durumu gösteren semptomları içeren bazı kriterler göz önüne alınmalıdır. Kimyasal silah yaralıları tam ve uygun bir şekilde triyaja tabi tutuldukça, sağlık kuruluşlarındaki aşırı yüklenme önlenileceği gibi aynı zamanda yaşam şansını veya yaralıların oluşma hızını azaltacaktır.

Trijaj işlemi, gerek dekontaminasyon öncesi gerekse sonrası her bir tıbbi aşamada pek çok kez tekrarlanabilecek dinamik bir süreçtir. Yaralının klinik durumu değiştikçe, ayrıca medikal kaynaklar değiştikçe ve bu olanaklara olan ihtiyaç arttıkça triyaj işleminin tekrarlanması gerekmektedir.

Trijaj uygulaması, yaralıya yapılacak tıbbi girişim sırasında, olay yerinde tecrübeli bir triyaj sorumlusunu gerektirmektedir. Burada triyaj sorumlusu travma ve bakımı konusunda tecrübeli bir cerrah olabileceği gibi kontamine yaralılar için tecrübeli bir sağlık personeline de ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca, triyaj sorumlusuna yardımcı olabilecek dış hekimi ve hemşirelerin de görevlendirilmesi gerekebilir.

Bunun yanında triyaj sorumlusu tarafından;

- Yaralanmanın doğal seyri ve prognozu,
- Mevcut medikal destek unsurlarının durumu (personel durumu, yetenekleri),
- Mevcut ve zaman içinde öngörülen hasta akımının durumu,
- Tıbbi tahliye yetenekleri bilinmelidir.

Triyaj sorumluları yaralıları değerlendirirken, bunların konvansiyonel veya kimyasal silah yaralanması olup olmadığı ayırımını yapabilmelidir. Psikolojik travma geçirenleri ise tanımlayabilmelidir. Triage işleminin dekontaminasyon ile birlikte yürütülmesi ise hastanın iyileşme hızını arttıracaktır.

Triyaj uygulaması sırasında, triyaj sorumlusu, tıbbi olanaklar çerçevesinde, tıbbi girişimden en çok fayda görecektir yaralılar konusunda karar vermelidir. Burada, tıbbi olanaklar sınırlı olabileceği gibi hemen ihtiyacı karşılayacak stok seviyesinde de olmayabilir.

Sıklıkla kullanılan triyaj sistemine göre, kimyasal silahlara aruz kalmış yaralılar dört grupta sınıflandırılmaktadır. Bu triyaj kategorileri, acil , öncelikli (priority) ve rutin olarak belirtilen tahliye kategorileri ile karıştırılmamalıdır. Triage kategorileri;

- Derhal tedavi gerektiren grup (immediate) (Acil) (T1),
- Daha sonra tedavi edilebilecek, bekleyebilecek grup (delayed) (geciktirilebilir) (T2),
- Minimal tedaviye ihtiyaç gösterebilen grup(minimal) (T3),
- Yaşama şansı zayıf olan grup (expectant) (bekletilebilir) (T4),

Olarak sınıflandırılabilir.

ACİL (IMMEDIATE) KATEGORİ (T1):

Bu gruptaki yaralılar, çok kısa sürede, acil tedavi ünitelerinde hayat kurtarıcı işlemlere ihtiyaç göstermektedir. Bir diğer deyimle, bu yaralılarda yaşamı tehdit edici bir durumda olup, gerekli tıbbi tedavi ile kurtarılması mümkündür.

GEÇİKTİRİLEBİLİR (DELAYED) KATEGORİ (T2) :

Bu kategoride, şiddetli etkilene göstermiş yaralıların uzun süreli hospitalizasyon, majör cerrahi girişimlere ve uzun süreli yoğun bakıma ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu yaralıların tıbbi girişimlerinin gecikmesi, bu yaralının gidişatını değiştirmeyeceği gibi klinik gidişi ters yönde etkilemeyecektir. Genellikle, bu gruptaki yaralı ve hastalar acil tedavi istasyonlarına gönderilmezler, daha alt düzey sağlık kuruluşlarında dekontamine edilmeyebilirler ve temiz bölgelere tahliye edilebilirler.

MİNİMAL KATEGORİ (T3) :

Bu yaralılar, doktor tarafından yapılacak bir tedaviye gerek göstermeyen ve kısa sürede görevine dönebilecek bir gruptur. Bu hastalar diğer sağlık personel tarafından desteklenmekte ve tahliye ihtiyacı duymamaktadırlar.

BEKLETİLEBİLİR (EXPECTANT) KATEGORİ (T4) :

Bu yaralılar yaşamı tehdit edici boyutta olup, tüm tıbbi girişimlere rağmen hayatta kalmaları oldukça zor olan gruptadır. Yaralıya yapılması gereken tıbbi müdahale olanaklarının yetersiz olması veya acil tedavi ünitelerinin kapasitelerinin üstünde şartlar gerektirmesi bu duruma yol açan diğer unsurlardır. Bir başka deyişle, bu grupta sınıflandırılmış yaralılar eğer yoğun bakım hizmeti ile yaşama şansına sahip olabilecek durumdaysa daha ileri sağlık kurumlarına tahliye edilmelidirler. Tıbbi olanaklar ise, kimyasal silah yaralısına yeterli tıbbi bakımı sağlayacak düzeyde olamayabilir. Bu durumda da, hasta veya yaralı beklenen kategoride triyajlanmalıdır (Tablo-I)

Tablo-I: Triyaj grupları.

Acil (Immediate)	Sinir ajanı	- Konuşabiliyor, yürüyemiyor (şiddetli dispne, kas kasılmaları, bulantı, kusma); Solunum sistemi, GIS, kas-iskelet sistemi gibi sistemlerden iki veya daha fazlasında etkilenme, kan dolaşımı normal. - Konuşamıyor (bilinç kaybı), yürüyemiyor, kan dolaşımı normal. - Konuşamıyor, yürüyemiyor, dolaşım bozulmuş (tedavi olanakları yeterli ise).
	HCN	Şiddetli etkilenme (şuur kapalı, konvülsiyonlar ve/veya apne, dolaşım normal).
	Yakıcı ajan	Solunum sistemi ve hava yolu hasarı
Geciktirilebilir (Delayed)	Sinir ajanı	Şiddetli etkilenme sonrası, antidot uygulaması sonrası.
	HCN	Etkilenme sonrası 15 dakika geçmiş yaralılar.
	Yakıcı ajan	Cilt hasarı > 5%, < 50 % (vücut yüzey alanının); göz hasarı; etkilenme sonrası (> 6 saat) solunum hasarı başlaması.
Minimal	Sinir ajanı	Yürüyebiliyor, konuşabiliyor; kendi kendine ilk yardım yapabiliyor.
	Yakıcı ajan	Cilt hasarı < 5%, minör göz hasarı; minör üst solunum yolları hasarı.
Bekletilebilir (Expectant)	Sinir ajanı	Konuşamıyor, dolaşım bozukluğu var
	Yakıcı ajan	Vücut yüzey alanının % 50'den fazlası etkilenmiş, şiddetli hava yolu hasarı (maruz kalma sonrası < 6 h geçmiş), dolaşım bozukluğu
	HCN	Dolaşım bozukluğu
	Fosgen	Erken başlangıç gösteren orta-şiddetli hasarlar gösteren.

KİMYASAL ATAĞA KARŞI HASTANE MÜDAHALE AŞAMASI- DEKONTAMİNASYON VE TIBBİ BAKIM

Bir kimyasal olay sonrası, hastanelere olay yerinden beklenenin üzerinde kimyasal yaralının tahliye edilmesi kaçınılmazdır. Bu aşırı hasta akınına karşı hastaneler aksiyon planlarını tatbik etmeli, bu konuda tecrübe ve bilgi birikimine sahip sağlık personelinin uygulayacağı hasta müdahalesini gerçekleştirmelidirler. Kimyasal bir tehdide karşı hastanelerde "Dekontaminasyon ve Acil Bakım Üniteleri" oluşturulmalı, kimyasal silah yaralıları bu bölgelerde dekontamine edilmeli ve ilgili kliniklere sevk edilmeden önce durumları stabilize edilmelidir.

Kimyasal silahların terörist hareketlerde sivil halk üzerine kullanımına ait tehdit git gide artmaktadır. KSA'nın ilk kullanımı 1915 yılında Belçika'da Almanlar tarafından 168 ton Klor gazının kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Yakın tarihte ise 1994 ve 1995'de Japonya'da terörist amaçlı olarak kullanılmışlardır. Günümüzde birçok tıbbi kamu biriminin, kimyasal bir atağa karşı hazırlıklı olmadığı gözlenmiştir. Örneğin; Tokyo Metrosuna 1995 yılında yapılan sarin gazı saldırısında, hastalara müdahale eden 15 doktordan 13 tanesi gazdan etkilenmiştir. Çünkü gaza maruz kalan hastalardan yürüyebilenler, dekontamine edilmeden Acil servisi geçerek direk olarak tedavi servislerine ulaşmışlardır. Bu nedenle, bir atak durumunda,

tedavi hizmeti veren personelin güvenliği sağlanmış ve hastalar hastaneye kabul edilmeden önce dekontamine edilmiş olmalıdır.

Hastanelerdeki acil servisler, potansiyel kimyasal afetlerin tıbbi yönetiminden sorumludur. Kimyasal bir atakta, acil hayat kurtarıcı müdahale gerektirmeyen hastaların tedavisinde dekontaminasyon ilk önceliğe sahiptir. Bu bölüm, hasta dekontaminasyonuna ve hastane acil servislerinin hazırlık ve reaksiyon durumuna genel bir bakışı içerir.

Dekontaminasyon, daha fazla tehlike arz etmemeleri için kimyasal ajanların azaltılması ya da ortadan kaldırılması olarak tanımlanır. Ajanlar fiziksel yöntemlerle ya da kimyasal olarak nötralize edilerek (detoksifikasyon) temizlenebilir. Cildin dekontaminasyonu, şu iki nedenden dolayı önemlidir:

1. Toksik kimyasalların daha fazla absorbe olarak, sistemik etki göstermesini önlemek,
2. Yaralının cildindeki ya da elbiselerindeki maddelerden dolayı diğer ekipman ya da kişileri korumak (sekonder kontaminasyon). Ancak, yaraların ve gözlerin dekontaminasyonu gerekli olduğunda mutlaka yapılmalıdır.

Herhangi bir kimyasal maruziyetten sonraki en etkin ve önemli dekontaminasyon, maruziyetten sonraki ilk 1-2 dakika içinde yapılan dekontaminasyondur. Bu, kişisel dekontaminasyondur. Süreç, hem çok miktarda personel, hem de geniş zaman gerektirir. Sıvılar ve katılar ciltten etkin bir şekilde temizlenebilen yegane maddelerdir.

Kimyasal savaş ajanlarının (KSA) çoğu için standart koruyucu elbiseler yetersiz kalır. KSA maruziyetinin uygun bir şekilde yönetilebilmesi için, acil bakım personelinin aşağıdakileri gerçekleştirerek kendilerini korumaları gereklidir:

1. Kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanmak,
2. Hastaları ivedi bir şekilde dekontamine etmek,
3. Destekleyici bakım sağlamak,
4. Gerekli olduğunda spesifik antidotları sağlamak.

Bu ekipmanı kullanmak özel eğitim gerektirir, bu nedenle personeli bu ekipmanı kullanmak zorunda kalmadan önce eğitmek gerekir. KKE, 3 düzeye ayrılır:

1. A seviye KKE; olaya ilk reaksiyonu verenler ve ajan buharı konsantrasyonunun yaşam ve sağlık için çabucak tehlikeli hale geldiği sıcak bölgede çalışan diğer kişiler için gereklidir.
2. B seviye KKE; bilinmeyen kimyasal ajanın dekontaminasyonu ile uğraşan hastane personeli için gereklidir.
3. C seviye KKE ise, kimyasal ajanın belirlendiği ve hava temizleyici respiratör ile uzaklaştırmaya uygun olduğu durumlarda kullanılır.

Dekontaminasyon ihtiyacı, sadece deteksiyon yöntemleriyle ortaya çıkarılabilir. kullanılan dekontaminasyon tipi, duruma bağlıdır. Giysilerin çıkarılarak uzaklaştırılması, kontaminantların %70-80'inin temizlenmesini sağlar. Dekontaminasyon en iyi basit yüksek volümlü sulu dilüsyonla başarılabılır. Bazı durumlarda, yağlı ya da kaygan maddelerin temizlenmesi için hafif sabunlar gerekir.

Başlangıç dekontaminasyonu, kontamine çevreden uzaklaşmayı, dekontamine olmuş tüm giysi, ve malzemelerden kurtulmayı ve bol su ile durulanmayı içerir. Kimyasal savaş ajanlarının çoğunu kimyasal olarak nötralize eden %0,5'lik hipoklorid solüsyonu ile maruz

kalmış kişi durulanır. % 0.5'lik hipoklorid solusyonu, 1 ölçek %5'lik hipoklorid solüsyonuna 9 ölçek su eklenmesiyle elde edilir. Sıcak su ve aşırı ovalamadan kaçınılır, çünkü bunlar kimyasal absorbsiyonu artırabilir.

Sadece ajan buharı maruziyeti dekontaminasyon gerektirmez. Belirsiz maruziyet hikayesi olan hastalar tam olarak dekontamine edilir. İdealde, maruziyet süresinin en aza indirmek için dekontaminasyon, maruziyet bölgesine mümkün olan en yakın yerde yapılır. Kontamine hastaları kabul eden hastane, acil servisin dışında bir alan tesis etmelidir ve hastalar, hastaneye kabul edilmeden önce bu alanda dekontamine edilmelidirler.

Dekontaminasyonun iki temel yöntemi fiziksel temizleme ve kimyasal inaktivasyondur.

Fiziksel temizleme: Cilde basınçlı bir şekilde su ya da sulu solüsyonlar uygulamak, önemli miktarda ajanı ciltten uzaklaştırabilir ya da ajanı seyreltebilir. Fiziksel yöntemlerinin çoğunun esas avantajı, nonspesifik olmalarıdır.

Kimyasal yöntemler: Dekontaminasyon için 3 tip kimyasal mekanizma kullanılır; su/sabun yıkaması, oksidasyon ve asit/baz hidrolizi. Mustard (HD) ve kalıcı sinir ajanı Vx, kolayca oksidasyona tabi tutulabilecekleri sülfür molekülleri içerirler.

Hastanelerin çoğunda kontamine hastanın bakımı için çok az hazırlık vardır ve olayla ilgili çalışanlarının korunması çok kısıtlıdır. Hastanelerin, bu hastaları dekontamine etmeye yönelik bir planları olmalıdır. Çünkü birçok olayda hastalar özel araçlarıyla ya da dikkatsizce yapılan ambulans transportu ile hastaneye ulaşırlar. Durum her ne olursa olsun, hastanın acil servise alınmadan önce dekontamine edilmesi esastır.

Acil servis için ilk karar, dekontaminasyonun nerede yapılacağıdır. Genellikle pratik ve mümkün olmamasına rağmen, dekontaminasyon alanının iç kısımda olması idealdir. Acil serviste ya da acil servise bitişik bir odada hastaların gözlenmesi ve kritik tıbbi bakım sağlanması muhakkak ki daha kolaydır. Bununla birlikte, oda kullanıldıktan sonra, atıkların uzaklaştırılması ve odanın temizlenmesi için gerekli hazırlıklar yapılmalıdır. Eğer dekontaminasyon alanı içeride ise, bu bölüm girişe-tercihen ambulans girişine- bitişik olmalıdır. Gaz, sıvı ve katı atıklar toplanmalıdır. Oda, negatif basınç altında olmalı ve dışarı açılan ayrı bir havalandırma sistemi bulunmalıdır. Dekontaminasyon işleminde kullanılmış olan su, hastanenin genel drenaj sistemine verilmemeli, odanın altında bulunacak ayrı bir toplama tankında biriktirilmelidir.

Tıbbi bir üniteye giren tüm yaralıları, eğer kontamine olmadıklarına dair bir belgeleri yoksa kontamine olmuş kabul edilirler. Kimyasal bir ajanla kontamine olmuş bir kişinin başlangıç yönetimi, acil serviste tedavi olmadan önce kontamine giysilerin çıkarılarak uzaklaştırılmasını ve %0,5'lik hipoklorit ile dekontamine edilmesini gerektirir. Hastanın stabilizasyonu bu süreyi uzatabilir fakat idealde dekontaminasyon 15-30 dakika sürmelidir. Dekontaminasyondan sonra, hasta genel tedavi bölgesine alınabilir ve hastanedeki diğer hastalar gibi tedavi edilebilir. Dekontaminasyon alanındaki tedavinin, temel yaşam desteği önlemleri ve yaşam kurtarıcı prosedürlerin uygulanması ile sınırlandırılması önerilir.

Adsorban materyaller ve M291 Rezin, fiziksel temizleme için sulu solüsyonlar veya basınçlı su ile fişkirtılarak kullanılır. Acil durumlarda, sabun veya deterjan gibi kuru tozlar, toprak ve un yararlı olabilir. Un kullanımını takiben, onun yumuşak nemli bir bez veya mendil ile temizlenmesinin Soman, Vx ve Mustarda karşı etkili olduğu rapor edilmiştir.

Su ve su/sabun yıkaması, oksidasyon ve hidroliz, dekontaminasyon için kullanılan kimyasal yöntemlerdir. Su ve su/sabun solüsyonlarının esas etkisi ajanların fiziksel temizlenmesi ya da seyreltilmesidir. Bununla beraber, özellikle alkali sabunların kullanılmasında yavaş hidroliz gerçekleşir. Kimyasal dekontaminasyon reaksiyonlarının en önemli kategorisi, oksidatif klorlanmadır. Bu terim, hipoklorid gibi “aktif klor” kimyasallarını ifade eder. Geçerli olan doktrine göre, %0,5’lik sodyum ya da kalsium hipoklorid ile cilt temizliği, %5’lik solüsyonla ise ekipman temizliği yapılır. Ancak bu solüsyon penetre batın yaralanmalarında (adezif peritonit gelişimine yol açar), gözde (korneal opasiteye yol açar), açık göğüs yaralarında, açık beyin ya da spinal kord yaralanmalarında kullanılmaz. Sözü edilen özel bölgeler, aşırı bol miktarda steril salin solüsyonu ile yıkanır. Cilt yada yumuşak doku yaralarında hipoklorid solüsyonu kullanıldıktan sonra, bu bölgeler de steril salin solüsyonu ile yıkanır.

Olay bölgesinin kirli tarafı; triyaj istasyonu, acil tedavi istasyonu ve dekontaminasyon istasyonundan oluşur. Triage istasyonu, tıbbi tedavi ünitesine tek giriş noktasıdır. Hasta eğer dekontaminasyondan önce acil tıbbi tedaviye gereksinim duyuyorsa, triyaj istasyonundan acil tedavi istasyonuna gönderilir. Acil tedavi istasyonu, kontamine hastaları değerlendirebilecek acil durum tıbbi aletleri ile donanmıştır ve hastaları tıbbi tedavi ünitesi için ya da daha üst seviyedeki bir tıbbi bakım birimine kontamine şekilde tahliye edilebilmesi için stabilize eder. Dekontaminasyon alanı, yürüyebilen hastalar ve yürüyemeyen hastalar için iki bölüme ayrılır.

Hastanın, hastane öncesi birimlerdeki dekontaminasyonun derecesi; hasta miktarına, eldeki kaynaklara, dekontaminasyon planına ve hava durumuna bağlıdır. En azından, sekonder kontaminasyon riski taşıyan her hasta, hastaneye gitmeden önce dekontamine edilmelidir.

Sonuç olarak, acil servisteki kimyasal dekontaminasyonun standartlarının belirlenmesine gereksinim vardır. Hastanelerin, sahada kimyasal savaş ajanlarına maruz kalmış hastaların dekontaminasyonunu yapmaları gerekir. Hazırlıksız Tıbbi Acil Servis birimleri kontamine hastaları taşımamalıdır. Hastaneler, sağlık hizmeti verenler için yeterli sayıda KKE’ye sahip olmalıdırlar. KKE kapsamında kimyasallara dirençli elbise, koruyucu eldiven, tek kullanımlık botlar, kauçuk eldivenler ve tam korumalı maskeler bulunur. Sağlık hizmeti verenler, KKE’yi kullanmadan önce eğitim almalıdırlar. Hastanelerin kimyasal savaş ajanları ile kontamine olmuş hastalarla ilgili planları olmalıdır. Kontamine hastalar, acil servisin veya hastanenin ana bölgelerine girmemelidirler. Acil servis doktorları kimyasal savaş ajanlarının oluşturduğu değişik klinik görünümlemler ile bu klinik görünümlemlerin patofizyolojileri uygun tıbbi yönetimine ait temel prensipler ve uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar. Kimyasal savaş ajanlarının kontaminasyon riski acil bakım verenlere de taşınabileceğinden, acil servis doktorları KKE’in farklı düzeyleri, bunların uygun kullanımı ve dekontaminasyon prosedürleri hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar. Kimyasal atak sonrası hastane müdahale aşamaları tablo-II’de özetlenmiştir.

Tablo-II: Kimyasal atak sonrası hastane müdahale aşaması

Acil müdahale personeli
Dekontaminasyon ve Triage
Tıbbi tedavi
Tanıma ve saptama
Belirti ve bulgular
Laboratuvar desteği
Tedavi protokollerinin geliştirilmesi
Rehabilitasyon ve hasta takibi
Kamu sağlık kuruluşları ile koordinasyon
Kimyasal atağın tipi ve büyüklüğünün değerlendirilmesi
Kitlesel ihtiyaçların ortaya konması.

KAYNAKLAR

1. Bradley, R.N.: Health care facility preparation for weapons of mass destruction. *Prehosp. Emerg. Care*, 4(3): 261-9, 2000.
2. Brennan, R.J., Waeckerle, J.F., Sharp, T.W., Lillibridge, S.: Chemical Warfare Agents: Emergency Medical and Emergency Public Health Issues. *Ann. Emerg. Med.*, 34(2):191-204, 1999.
3. Cox R.D.: Decontamination and management of hazardous materials exposure victims in the Emergency Department. *Ann Emerg Med*, 23: 761-70, 1994.
4. Evans R.G., Crutcher J.M., Shadel B., Clements B., Bronze M.S.: Terrorism from a public health perspective. *Am J Med Sci*, 323(6): 291-298, 2002.
5. Gilchrist, M.J.: A national laboratory network for bioterrorism: evolution from a prototype network of laboratories performing routine surveillance. *Mil Med*.165(7Suppl2):28-31, 2000.
6. Medical Management of Chemical Casualties Handbook. 3rd Edition, US Army Medical Research Institute of Chemical Defense, Aberdeen Proving Ground, 2000.
7. Richards, C.F., Burstein, J.L., Waeckerle, J.F., Hutson, H.R.: Emergency Physicians and Biological Terrorism. *Ann. Emerg. Med.*, 34(2): 183-190, 1999.
8. Rivkind A., Barach P., Israeli A., Berdugo M., Richter, E.D.: Emergency preparedness and response in Israel during the Gulf War. *Ann Emerg Med*, 30: 513-21, 1997.
9. Sharp, T.W., Brennan, R.J., Keim, M., Williams, R., Eitzen, E., Lillibridge, S.: Medical Preparedness for a Terrorist Incident Involving Chemical or Biological Agents During the 1996 Atlanta Olympic Games. *Ann. Emerg. Med.*, 32:214-223, 1998.
10. Shemer, J., Danon, Y.L.: Eighty Years of the Threat and Use of Chemical Warfare: The Medical-Organizational Challenge. *Isr. J. Med. Sci.*, 27:602-612, 1991.
11. Shemer, J., Heller, O., Danon, Y.L.: Civilian- Military Health Services Contingency Program For A Mass Casualty Situation And Wartime In Israel. *Isr. J. Med. Sci.*, 27:613-615, 1991.
12. Tucker, J.B.: National Health and Medical Services Response to Incidents of Chemical and Biological Terrorism. *JAMA*, 278 (5): 362-68, 1997.
13. Tur Kaspas, H., Lev, E.I., Hendler, I., Siebner, R., Shapira, Y., Shemer, J.: Preparing hospitals for toxicological mass casualties events. *Crit Care Med.*, 27(5): 1004-8, 1999.
14. Waeckerle, J.F.: Domestic preparedness for events involving weapons of mass destruction. *JAMA*, 238(2): 252-4, 2000.

KİMYASAL/ BİYOLOJİK SAVAŞ ve TERÖRİZMİN FARKLI BOYUTLARI

Filiz Hıncal^{1,2}, Pınar Erkekoğlu¹

¹Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Toksikoloji Anabilim Dalı

²Hacettepe İlaç ve Zehir Bilgi Merkezi (HİZBİM)

İnsanoğlu zehirli ve zararlı maddelerle tarihi boyunca hep ilgilenmiştir. Bu ilgi, I. Dünya Savaşında 1 milyonun üzerinde askeri -Hitler dahil- kimyasal silah yaralı haline getirirken, 20. yüzyılın ikinci yarısında, kıtalararası balistik füze başlıklarına tonlarca öldürücü ajanı yerleştirebilen bir teknolojiye de ulaşmış ve “kitle imha silahları” denilen yeni savaş yöntemlerine dönüşmüştür. Diğer taraftan, bundan 20-25 yıl önce, tüm dünyada kökü kazındığı için aşılması durdurulan ve tüm stokları yok edilen çiçek hastalığı virüsü, silah haline getirilip yeniden çare aranmaya başlanmıştır. Genetik modifikasyonlarla ölümcüllüğünü yüzlerce kez artırıp, gelişmiş yöntemlerle etkin aerosoller haline getirme başarısı (!) gösterdiği veba mikrobunu tonlarla üretebilen insanoğlu, 5 farklı bakteriyi ya da hem kimyasal hem de biyolojik ajanı taşıyan savaş başlıklarını yapmayı ve bu uğurda binlerce bilim adamını seferber etmeyi de marifet saymıştır.

Kimyasal silahlar, öldürmek, yok etmek, sosyal-ekonomik-psikolojik zarara, ziyana, teröre ve paniğe neden olmak için kullanılan ve çok yüksek zehirleme potansiyeline sahip kimyasal maddeleri taşıyan dağıtıcı/taşıyıcı sistemlerdir. Sinir ajanları, yakıcı gazlar, boğucu gazlar, gösteri kontrol ajanları, bitki kontrol ajanları, kan zehirleri ve psikokimyasallar, bu amaçla üretilip depolanır ve kullanılırlar. Bu ajanların çoğunun etkisi çok hızlıdır. Bazılarının bir kaç sıvı damlacığına temas ya da aerosol buharlarının bir kaç kez solunması, korunmasız kişilerde ölümcül olabilir. Örneğin, Vx, 10 mg'ı (1 mm çaplı bir sıvı damlacığı) ile ölüme neden olabilen bir sinir ajanıdır.

Biyolojik savaş ve terörse, bakteri, virüs, mantar ya da toksinlerin kitlesel imha amaçlı olarak kullanımıdır. Hedef insan, bitki veya hayvanlar olabilir. Bu ajanların dağıtımı basit ve küçük ölçekli bulaştırmalar şeklinde yapılabileceği gibi; çok ileri tekniklerle geliştirilen ve bakteriyi, virüs ya da zehiri kuru toz haline getirdikten sonra, bu tozların solunum yoluyla en etkin oldukları büyüklükteki (1-5 mikron) aerosoller şeklinde dağıtımını sağlayan silahlarla yapılabilmektedir. Çoğunun etkinliği çok yüksektir ve de özgül tedavileri, ilaçları ya da aşılı yoktur. Klinik tanı başlangıçta zordur, tanının konulabildiği zaman da iş işten geçmiş olmaktadır. Savaş ya da terörizm amaçlı bir biyolojik saldırı, çok sayıda kişiyi etkileyip tıbbi olanakları aşırı ölçüde zorlayarak sağlık sistemini çökertebilir ve tıbbi bir afete dönüşebilir. Bu nedenle de, etkin bir sağlık sistemi alt yapısını, düzenli ve dikkatli gözetimi, salgın hastalık izleme ve değerlendirme programlarını, laboratuvar ve bilgilendirme sistemlerini, sürekli ve yeterli ilaç/aşı stoklarını, öncelikle de eğitim ve öğretimi gerektirir.

Kimyasal ve biyolojik silah tehdidi bir gerçektir. Üstelik bu tehdit, yalnızca belirli kriz dönemlerinde değil, sürekli olarak vardır. Bu nedenle, bu silahların ve yöntemlerin, günümüzde konvansiyonel silahların yanı başında yer aldıkları gerçeği tüm kesimlerce kabul edilmek zorundadır. Bu tehdide karşı savunmanın mevcut en etkin yolunun “korunma” olduğu gerçeğinden hareketle, bilgi, donanım, organizasyon ve eşgüdüm yönünden “hazırlıklı” olmak gereklidir. Hazırlıklılığın gereklerini yerine getirmek de kutsal bir vatani görev olarak tüm kesimlerin önünde durmaktadır.

Kimyasal ve biyolojik silahlara karşı çeşitli şekillerde korunulabilir. Ancak korunmanın psikolojik, fizyolojik ve finansal maliyeti çok yüksektir. Kimyasal silah kullanmayan bir askeri güç, kullanabilecek bir saldırganla karşı karşıya kaldığında çeşitli yöntem ve stratejilerle kendini savunmaya çalışır. Kimyasal savunma stratejileri kullanılmaya başlandığında güçlükler başlar. Rutin görevlerin yerine getirilmesi güçleşir, hatta bazan imkansız hale gelir. Koruyucu giyisilerin verdiği fizyolojik stres, kimyasal silahın kullanılmasından çok daha önce kendi zayıflığını vermeye başlar. İnsanların zehirlenmeye karşı olan korkuları diğer başka hasar veya tehlikelerden daha büyüktür. Nitekim bu silahların kullanımı, bu iticilikleri ve haklarındaki bu kanaatler nedeniyle üniversal denebilecek bir uluslararası yaklaşımla kınanmakta, suçlanmakta ve sınırlanıp yasaklanmaktadır.

Askerler toksik bir kimyasalla karşı karşıya kaldığında, koruyucu giysilerin verdiği rahatsızlık ve güçlüğünün de etkisiyle moral ve fonksiyon yönünden ağır şekilde çöküntüye uğrarlar. Nitekim bu sonuç, askeri yönden ulaşılmak istenen bir hedeftir ve ancak kimyasal silah kullanma tehditiyle ya da kullanacakmış gibi görünerek sağlanır. Dolayısıyla kimyasal silah tehditinin kendisi “kimyasal silah kullanmaksızın kimyasal savaş” yapmayı sağlayabilmektedir. İşte bu imaj ve bu etkinlik nedeniyle kimyasal silahlar prolifer olmaktadır. İşin daha kötü yanı ise, söz konusu askeri gücün bu fonksiyonel ve psikolojik dezavantajlardan usanıp misilleme yapmaya niyetlenmesidir ki sonuçta kimyasal silahlar gerçekten kullanılıp korkulan akibet de yaşanabilir.

İşte bu nedenlerle de, bu silahlar bütünüyle yasaklanmak ve bu yasağa uyulması sağlamak zorunludur. Ancak böylece “korku-tehdit-kullanma” üçlüsünün tetiklenmesi ya da kimyasal silah edinme, üretme, depolama güdüsünün- gereksiniminin önlenmesi sağlanabilir. Bu konuda büyük küçük tüm ülkelere, tüm taraflara görev düşmektedir ve bu hedef uluslararası arenalarda usanmaksızın sürekli kovalanmalıdır.

“Kimyasal silah kullanmaksızın kimyasal savaş”ın diğer bir boyutu ise endüstriyel kimyasallarla meydana gelen kimyasal afetlerdir. Sivil toplum ve ekolojik çevre için çok büyük boyutlarda tehdit unsuru olan bu olaylar endüstriyel kazalarla veya transportasyon kazalarıyla meydana geldiği gibi, kimyasal, petrokimyasal, farmasötik ve benzeri endüstri tesislerine askeri saldırılar, terörist saldırıları, sabotaj veya kundaklama gibi kasıtlı müdahalelerle ya da deprem gibi doğal afetlerle meydana gelebilir. Endüstriyel tesislere yapılan askeri saldırılarda temel amaç bir ulusun savaşma kapasitesini azaltmak ve ekonomik zarara sebep olmaktır. Böyle saldırıların, her zaman hedeflenmeyen diğer etkileri ise çok büyük boyutlu sivil zayıflık ve çevresel hasardır.

Barışçıl amaçlarla kullanılan ve üretilen endüstriyel kimyasalların toksisiteleri, genellikle, askeri kimyasallara kıyasla düşüktür. Ancak 70 kadar kimyasal silah ajanına karşılık 70.000 kadar toksik kimyasal endüstride üretilip kullanılmaktadır ve kimyasal bir kaza veya saldırıda karşı karşıya kalınan kimyasal konsantrasyonu ve miktarı çok daha yüksektir. Dolayısıyla endüstriyel kazalar veya saldırılarda, kimyasal silahlarla kıyaslanabilecek düzeyde ve hatta daha yüksek boyut ve şiddetde zarar ve ziyan söz konusu olabilir. Bu nedenle, böylesi kimyasal/biyolojik felaketlerin olmasını önleyecek ya da olması halinde etkilerini azaltacak spesifik yasal ve teknik tedbirler, güvenlik tedbirleri ve hazırlıkların hayati önemi vardır.

Kimyasal kazaların boyutları ve sonuçları yönünden en tipik örnek 1984 yılında Bhopal-Hindistan’da yaşanmıştır. Union Carbide’e ait bir tarım ilacı üreten fabrikada meydana gelen bir proses kazası sonucu atmosfere yayılan metilizosiyanat, bir gecede 200.000’den fazla kişinin etkilenmesine, 2500’ü hemen olmak üzere toplam 8000 kişinin ölümüne ve yüzlerce

kişinin kör kalmasına neden olmuştur. Olayın sonuçlarının bu kadar yüksek boyutlarda olmasının nedeni uluslararası kayıtlara “acil müdahalenin çok kötü ve yetersiz olması, medikal müdahale ve araştırmanın gecikmesi ve metilizosiyanat hakkındaki bilgilerin yetersiz olması nedeniyle tanı ve tedavinin güçleşmesi” diye geçmiştir. Buna karşılık Hırvatistan, 1991-1995 yıllarındaki bağımsızlık savaşı sırasında petrokimya tesislerine yapılan çok sayıda roket ve füze saldırısından minimum hasarla kurtulmayı başaramış bir küçük ülkedir. Bu başarı teknik, güvenlik, organizasyon ve eşgüdüm yönünden bilinçli ve “hazırlıklı” olması ile mümkün olmuştur. Hatta aynı ülke bu başarılı uygulamalarına ilişkin bilgi ve deneyimini, 3 yıl sonra, olayın gerçek mekanında sivillerle ortaklaşa bir askeri tatbikatı da kapsayan bir kimyasal ve biyolojik silahlar simpozyumu düzenleyerek uluslararası katılımcıları ile paylaşmıştır.

Endüstride kullanılan birçok toksik kimyasal maddenin teröristlerce sabotaj ve kundaklama amacıyla kullanılabilecek nitelikte olduğu ya da kimyasal silah yapımında prekürsör olarak kullanılan maddelerin çok sayıda endüstri dalında üretildiği, kimyasal prosesler sırasında ara ürün olarak oluştuğu da, bu konuda dikkate alınması gereken çok önemli hususlardan bir diğeridir.

Biyolojik silah tehditi konusuna gelince, bu konu öncelikle insan sağlığı yönünden ele alınır. Oysa biyolojik ajanlar tarımsal alanları ve hayvancılığı hedefleyen stratejik ekonomik silahlar olarak da kullanılmaktadır. Tarım ülkesi olma özelliğini sürdüren, tarımsal geliri toplam gelirleri içinde önemli yer tutan ve de yeterli beslenmesini sağlamak zorunda olduğu nüfusu büyük olan gelişmekte olan ülkeler için tarımsal üretime yapılacak olan saldırıların ekonomik sonuçları da çok büyüktür. Bu konudaki hazırlıklılığın, hem yerel ve hem ulusal düzeyde, bilinçli ve bilgili şekilde yapılmasının kanalları da açık tutulmalıdır.

KAYNAKLAR:

- 1- Bokan S, Orehovec Z (1999) The Proceeding of the Chemical and Biological Medical Treatment Symposium- CB MTS-Industry I. 25-31 Ekim 1998, Zagreb-Dubrovnik, Hırvatistan.
- 2- Davey B (1998) A CBMTS overview and OPCW considerations. ASA Newsletter, 6, 11-13.
- 3- Belke JC (1998) Recurring cause of recent chemical accidents. <http://www.piant-maintenance.com/articles/ccps.shtml>
- 4- Kohnen A (2001) Responding to the threat of agroterrorism: Specific recommendations for the United States Department of Agriculture. http://iaurhme.unl.edu/inthenews/resources/bscia_recommendations.pdf

KİMYASAL SAVAŞ AJANLARININ TANI YÖNTEMLERİ

Uzm.Dz.Tbp.Yzb. Hakan YAREN
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
NBC Bilim Dalı Başkanlığı

Kimyasal savaş ajanlarının gerek askeri operasyonlarda gerekse terörist olaylarda hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmesi (saptanması) ilk müdahaleciler(sağlık personeli ya da değil), tıbbi personel ve yaralılar için yaşamsal öneme sahiptir. Çabuk ve doğru belirleme; ilk müdahalecilerin olay bölgesinde en kısa sürede yaralılara gerekli ve doğru yaklaşımda bulunmalarını, doğru bilgiyi ilgili birimlere kısa sürede iletmelerini, sabit sağlık tesislerindeki tıbbi personelin yaralıları etkin ve doğru bir şekilde tedavi etmelerini sağlayacaktır. Bu kapsamda belirleme, kimyasal saldırının tıbbi yönetiminin esaslarından birini oluşturmaktadır.

Kimyasal savaş ajanlarının belirlenmesi esas olarak 2 bölümde incelenebilir; sahada (on-site) belirleme ve laboratuvar ortamında belirleme. Sahada belirleme kimyasal saldırıya verilen tıbbi yanıtın etkinliğini belirleyecek basamaklardan biri olması nedeniyle, dikkat çekmekte ve sahada kullanılacak taşınabilir ekipmanın geliştirilmesine yönelik çabalar teknolojik gelişime paralel olarak her geçen gün artmaktadır.

Halen mevcut olan belirleme yöntemleri teknolojik olanaklarla birleştirilerek, hem sahada hem de sabit sağlık tesislerindeki laboratuvarlarda kullanılmaktadır. Söz konusu yöntem ve teknolojiler bazıları aşağıda belirtildiği gibidir.

1. İyon Mobilite Spektrometri
2. Elektrokimyasal Sensörler Teknolojisi
3. Alev Fotometri
4. İnfrared Spektroskopi
5. Fotoakustik İnfrared Spektroskopi
6. Foto İyonizasyon Detektör Teknolojisi
7. Yüzey Akustik Dalga Sensör Teknolojisi
8. Kimyasal Renk-Değişimi Teknolojisi
9. Kromatografik Yöntemler (HPLC, GC-MS)
10. Fourier İnfrared Dönüşüm Spektrometri:
11. Enzimatik Yöntemler

SAHADA SAPTAMA

Yukarıda sayılan yöntemlerin kullanıldığı sahada saptama ekipmanların bazıların aşağıda olduğu gibidir.

A. Olay Yerinde Saptama Ekipmanları

1. M8 detektör kağıdı: gözeneksiz bir materyal üzerine 3 tip boya emdirilmiştir. Şüpheli sıvı bu kağıdın üzerine sürülür. Yaklaşık 30 saniye içerisinde eğer ortamda var ise V tipi sinir ajanlar kağıdı koyu yeşil, G tipi ajanlar sarı ve yakıcı ajanlar kırmızıya döndürür. Her ajanın asiditesi farklıdır. Her boya farklı pH'da çözünerek reaksiyon verir.
2. M9 detektör kağıdı: M8 kağıdına benzer çalışma prensibi vardır. Kendinden yapışkanlıdır. Araç ve personel dış yüzeylerine yapıştırılarak periyodik olarak renk değişimi olup olmadığı kontrol edilir. Sinir ajanları ve yakıcı ajanları varlığında renk yeşilden kırmızı-pembeye döner.

3. M256A1 Deteksiyon Kiti: Bu kit, sinir ajanlarının, yakıcı ajanların ve kan zehirlerinin buhar ve aerosol formlarının tespitini sağlar. Tespit süresi yaklaşık 15 dakikadır. Kit üzerinde söz konusu ajanlar ile reaksiyona girdiğinde farklı renkler oluşturan her bir ajan için spesifik diğer kimyasal maddeler (miarlar) ve bu miarların döküleceği bölgeler mevcuttur.. Tespit yapılacağı zaman kit üzerinde bulunan ampuller kırılarak içerdikleri miarlar reaksiyon bölgelerine verilirler. Ortamda sinir ajanı varsa reaksiyon bölgesi renksiz kalır, yoksa maviye döner. Levisit varlığında bölgesi zeytin yeşiline döner. Kan zehirleri varlığında kendi bölgesi pembe veya maviye döner. Yakıcı ajanların varlığında reaksiyon bölgesi mavi-mor, CX varlığında ise kırmızı-pembeye döner. Her reaksiyonun emniyet ve ajan varlığında alacağı renkler kitin üzerinde açıklanmıştır.
4. Kimyasal Ajan Monitörü (CAM): bu taşınabilir cihaz, sinir ajanları ve yakıcı ajanları belirlemekte iyon mobilite spektrometrisi yöntemini kullanır. Reaksiyon süresi konsantrasyona bağlı olarak 10-60 saniyedir.
5. Taşınabilir Yüzey Akustik Dalga Kimyasal Ajan Detektörü (SAW-Minicad): sülfür mustard ve G tipi sinir ajanlarının yüksek duyarlılıkta tespiti için kullanılan taşınabilir bir cihazdır.
6. Taşınabilir GS-MS Cihazı: klasik yöntemle çalışır ancak araçlara monte edilebilir boyutta olup, zaman kaybını en aza indirir ve sonuçların kesinliği açısından yararlıdır.
7. Kimyasal Harp Maddesi Otomatik Alarm Cihazı (M 22): Taşınabilir (portatif) sahra alarm cihazıdır. Bulunduğu yer ile ilgili alarm verir. G-V tipi sinir ajanlarını, yakıcı ajanları tespit edebilir. İyon mobilite spektrometre tekniği ile çalışır .

B. Uzaktan Saptama Ekipmanları

1. Kimyasal Harp Maddesi Uzaktan Tespit Cihazı (M-21): araç üzerine yerleştirilebilir. Kızıl ötesi ışın göndererek yaklaşık 5 km mesafeden kimyasal ajan bulutunu tanıyabilir.

LABORATUAR ANALİZLERİ

Kimyasal savaş ajanlarına maruz kalmış bir yaralının hızlı tanısı hem yaşamını kurtarmada hem de maruziyetin oluşturduğu zararın artmasını önlemede önemlidir. Özellikle kimyasal savaş ajanlarının vücuttaki parçalanma ürünlerinin belirlenmesi ajanın tanısının konmasında yararlıdır. Bu noktada, analizler sinir ajanları, yakıcı ajanlar, boğucu ajanlar ve siyanür üzerinde yoğunlaşmaktadır.

SİNİR AJANLARI

Esas olarak asetilkolinesteraz enziminin inhibisyonunun tespiti önemlidir. Bu amaçla alınan kan örneğinde

1. Asetilkolinin parçalanma ürünü olan tiokolinin 5,5'-ditio-bi-2-nitrobenzoik asit ile reaksiyonunun spektrofotometrik yöntemle 410 nanometrede okunması ile
2. serum ChE'nin tespiti için sıvı kromatografisi kullanımı ile,
3. ChE'ye karşı monoklonal antikorların kullanıldığı immünokimyasal yöntemler ve ELİZA ile,
4. Kapiller Gaz Kromatografisi ile,
5. GS-MS ile, analiz yapılabilir.

YAKICI AJANLAR

Mustardın analizinde çok büyük çoğunlukla GS-MS yöntemleri kullanılmaktadır. Kan ve idrardaki ürünleri GS ve çiftli MS yöntemleri ile belirlenebilmektedir. Reaktif yapısından dolayı idrarda mustardın tespiti kolay olmamaktadır. İdrarda en sık olarak tiodiglikol ürünü

aranmaktadır. Mustardın belirlenmesinde İmmünolojik yöntemlerin kullanımı, belirleme süresini kısaltacak ve maliyeti azaltacaktır.

BOĞUCU AJANLAR

Fosgenin oldukça sensitif ve spesifik tespiti; içinde %04'lük nitrobenzil pridin ve %0.5'lik sodyum asetatın bulunduğu bir etanol solüsyonunun, GC-MS yöntemi kullanılarak analizi ile gerçekleştirilebilir.

SİYANÜR

Siyanüre maruziyeti düşündüren 4 laboratuvar bulgusu mevcuttur;

1. Artmış kan siyanür seviyesi,
2. Yüksek laktik asit düzeyi içeren metabolik asidoz,
3. Venöz kanın oksijen içeriğinin normal sınırların üzerinde olması,
4. Kanda siyanohemoglobin bulunması.

Kanda siyanür tespitine yönelik birçok yöntem mevcuttur ve bu yöntemlerin büyük çoğunluğu uzun zaman alan ve fazla miktarda kan örneği gerektiren ön işlemlere içerir. Bunların yanında tespitler,

1. Siyanür ve major metaboliti olan tiyosiyonatin sensitif bir şekilde GS-MS ile,
2. Siyanürün siyanojen kloride dönüştürülerek GS kullanılarak analizi ile,
3. Siyanürün tam kanda spektrofotometrik yöntemlerle analizi ile, yapılabilir.

Kimyasal savaş ajanlarının belirlenmesinde en önemli hedefler; yöntemlerin mümkün olduğunca basitleştirilmesi, çok kısa sürede tamamlanabilmesi, ucuz olması, çok fazla sayıda ajanı tespit edebilmenin mümkün olması ve böylelikle ilk müdahalecilerin tehlikeye atılmalarının önlenmesi, aynı zamanda yaralıların yaşamlarını mümkün olduğunca kurtarılmasıdır. Bu hedeflere ulaşılması için çalışmalar sürdürülmeli, gerekli maddi desteğin sağlanması için her yol denenmelidir.

KAYNAKLAR

1. An Overview Of Methods For The Detection Of Chemical Warfare Agents
www.opcw.org
2. Biological and Chemical Terrorism Are we clinicians ready? October 15, 2001 Leger MM, McNellis R, Davis R, Larson L, Muma R, Quigley T and Toth S
3. Chemical and Biological Terrorism-Research and Development to Improve Civilian Medical Response NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington, D.C. 1999
4. Karayıllanoğlu T. Kimyasal, biyolojik ve nükleer silahların tıbbi etkileri, Ankara, GATA Basımevi, 1996.
5. Karayıllanoğlu T. Kimyasal savaş ajanlarının genel özellikleri ve tedavi ilkeleri II: Mustard. Gülhane Tıp Dergisi 1999; 41(4): 490-496.
6. Medical Management of Chemical Casualties Handbook. Chemical Casualty Care Office, Medical Research Institute of Chemical Defense, Aberdeen Proving Ground, M.D. 21010, 1999.
7. NATO Handbook On The Medical Aspects Of NBC Defensive Operations
www.vnh.org/MedAspNBCDef/toc.htm
8. The Medical NBC Battlebook, USACHPPM Tech Guide, 2000.

16 MAYIS 2003

1. OTURUM

NBC ATAĞINDA ACİL SAĞLIK HİZMETLERİ

Oturum Başkanı: Prof.Hv.Tbp.Kd.Alb. Tahir ÖZİŞİK

Saat: 09:30-10:45

NBC Ortamında Acil Sağlık Hizmetleri ve
Organizasyon

Prof.Hv.Tbp.Kd.Alb.
Tahir ÖZİŞİK

NBC Ortamında Acil Sağlık Hizmetlerinde
Kullanılan Ekipmanlar

Doç.Dr.Ecz.Kd.Alb.
Cumhur BİLGİ

NBC Yaralılarına Yapılan İlk Yardım,
Resusitasyon ve Tedavi

Doç.Dz.Tbp.Yb.
Cengiz KAYAHAN

Acil Sağlık Hizmetlerinde NBC Ajanlarından
Korunma ve Yaralı Dekontaminasyonu

Yrd.Doç.Tbp.Yb.
Barbaros BAYKAL

NBC ORTAMINDA ACİL SAĞLIK HİZMETLERİ ve ORGANİZASYON

Prof.Hv.Tbp.Kd.Alb. Tahir ÖZİŞİK
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanı

GİRİŞ:

NBC ortamında uygulanacak hizmetler, yakın geçmişte birçok savaşta ve terör olayında kimyasal ve biyolojik silahların kullanılmış olması nedeni ile önem kazanmıştır. Türkiye coğrafik konumu itibarı ile NBC silahlarına maruz kalma olasılığı yüksek ülkelerdendir.

NBC silahlarının kolay elde edilebilir olması da, güçsüz devletlerin elinde kontrolsüz bir güç kaynağı olmasına neden olmuştur. Günümüze değin kimyasal ve biyolojik silahların üretimi ve stoklanması artmıştır. Bugün ABD 'de dünya nüfusunun 5000 katını imha edecek stok bulunduğu bildirilmiştir.

Kimyasal silah kullanımı ile ilgili olarak 1925 yılında Cenevre'de 108 ülkenin katıldığı silahsızlanma protokolü imzalanmıştır. Türkiye de, 1993 yılında Paris'te imzalanan 'Kimyasal Silahlar Sözleşmesi' ne, 1997 yılında bakanlar kurulu onayı ile katılmıştır.

Uluslararası bütün kısıtlamalar ve yasaklamalara rağmen, ülkelerin pek çoğunun özellikle komşuluk yaptığımız ülkelerin kimyasal silah geliştirme çabaları devam etmektedir. Askeri amaçlar dışında terörist grupların eline geçmesi ve kullanma riskinin artması nedeniyle bu ajanlara karşı sivil toplumun korunması ve acil sağlık hizmetlerinin düzenlenmesi gerekmektedir.

KİMYASAL SİLAHLAR

Tanımı:

Kimyasal ajanlar ; fizyolojik etkileri nedeni ile canlı kitleleri çok kısa süre içerisinde öldürme, ağır yaralama ve kapasitelerini bozma niteliği taşıyan kimyasal toksik maddelerdir. Ayrıca düşmanın besin kaynaklarını kontamine ederek güçsüz düşürmek, askeri ve sivil ekipmanı kullanmak zorunda bırakmak, teröre ve paniğe sebep olmak amacı ile kullanılırlar. Normal çevresel koşullarda katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Kimyasal yapıları, taşınma ve yayılmasına yetecek kadar stabildir.

Kimyasal ajanların vücuda giriş yolları değişiktir. Buhar, gaz ve aerosoller halinde alındığında, burun, ağız mukozasını ve akciğerlerden absorbe edilirken, sıvı damlacıklar ve katı partiküller deri ve muköz membranlardan absorbe olur. Gözler de bu ajanlara doğrudan maruz kalırlar.

Kimyasal silahta olması gereken özellikler:

Ajanların etkili olabilmesi fiziksel ve kimyasal yapılarına bağlı olduğu gibi meteorolojik şartlara ve arazi yapısına da bağlıdır.

1)Kalıcılık özelliği: Çevrenin kontamine olması halinde ajanın tehlikeli olduğu süre zarfında tesirini korumasıdır. Mesela sinir gazları soğuk güneşli ve rüzgarsız havada haftalarca tesirini gösterir. Bu özellikleri acil müdahalede bulunacak ekiplerin önemle üzerinde durmaları gereken bir durumdur.

2)Etkinlik özelliği: Maksimum oranda yaralı oluşturacak düzeyde toksik özelliğin olmasıdır.

3)Meteorolojik şartlar: Rüzgar kimyasal ajan bulutunu başka yere kaydırırken, yüksek ısı ortamın yüksek toksik düzeye ulaşmasını sağlar. Yağmur kimyasal ajanı hidrolize ederek etkinliğini azaltırken, 'sarin' gazını etkilemez, Vx gazının etkinliğini artırır. Toksik etkinin başlaması temas yoluna, absorpsiyon hızına, çevresel koşullara, giyeceklerin kontamine olmasına, koruyucu giysi ve maskenin varlığına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

KİMYASAL AJANLARIN SINIFLANDIRILMASI

- 1-Sinir ajanları (Tabun,Sarin,Soman,Vx)
- 2-Yakıcı ajanlar (Mustard,Azotlu Mustard,Lewisit)
- 3-Akciğer iritanları (Fosgen,Difosgen,Klor,Klorpikrin)
- 4-Sistemik zehirler (Hidrojen Siyanür,Hidrojen Klorür,Hidrojen Sülfür)
- 5-Kapasite bozucu ajanlar (BZ,LSD)
- 6-Kargaşa kontrol ajanları (CN,CS,CR,DM)
- 7-Bitki öldürücü ajanlar (2,4-d-Kakodilik asit)

SİNİR AJANLARI

Tabun(GA), Sarin(GB), Soman(GD) ve Vx sinir ajanları olup, fosforik asit esteridirler. Ach esteraz enziminin güçlü inhibitörüdürler. Kaynama noktaları yüksek, berrak, renksiz sıvı yapısındadırlar. G ajanları bir kaç saat içinde yayılıp dağılırken, V ajanları atılıp dağıldığı yerde haftalarca kalabilmektedir. Suda az yağda çok çözünürler. Ester yapılarından dolayı G ajanları meyve kokusu verir. Vx amin yapısından dolayı çürük balık kokusu verir. Kumaş ve cerrahi eldivenden penetre olurken kauçuktan geçemezler.

Bulgu ve belirtiler:

Merkezi sinir sistemini aşırı stimule etmesi nedeni ile belirtiler ortaya çıkar. Muskarinik ve nikotinik etkisileri sonucu, göz bebeklerinde küçülme, bronş salgılarında artma, kusma, ishal, aşırı terleme, ağızda sulanma, nöbet geçirme görülebilir. Yüksek dozda etkisi hemen çıkar, öldürücülüğü yüksektir.

Bu hastalara acil müdahale edilmezse dakikalar içinde ölüm gerçekleşebilir. Sinir ajanlarına bağlı ölüm, solunum kasları felci, bronkospazm ve bronşial sekresyonlar nedeni ile oluşabilir.

Tedavi:

Sinir gazına maruz kalmış kişide tedavi yaklaşımı belli basamakları içerir.

Dekontaminasyon

Ventilasyon desteği

Antidot tedavisi

Destek tedavisi

Dekontaminasyon önemli olduğu kadar, hastaya solunum desteğinin uygulanması önem taşır. Şiddetli maruziyette 0.5-3 saat kadar ventilasyon desteği gerekebilir. Dekontaminasyon fiziksel temizlenme, kimyasal nötralizasyon ve detoksifikasyon gerektirir. En etkin ve önemli tedavi bulaşmanın başladığı ilk 1-2 dakika içinde gerçekleştirilendir.

Acil sıhhiye desteği kazazedeyi kontamine bölgeden hızla uzaklaştırıp, dekontaminasyon işlemine yani sabunlu su ile yıkama ve kimyasal ajanı hidrolize edecek sıvılara tabi tutmaktır.

Şuuru tamamen kapalı hastaya resüstasyon uygulanmalı ve O2 ve ventilasyon desteği verilmelidir.

ANTİDOT: Atropin sülfat(2-8 mg IM-IV) yapılır amaç periferik muskarinik reseptörlere birikmiş Ach etkisini azaltmaktır.

Pralidoksim klorid 14-28 mg/kg IV (100-500 ml SF içinde 15-30dk süreyle verilir). Pralidoksim sinir ajanına bağlanarak enzimi reaktif eder.

Diazem 10 mg gerektiğinde IM-IV yapılır. Konvülsiyon durumunda beyin hasarını azaltır.

VEZİKAN (YAKICI) AJANLAR

Kükürtlü Mustard, Azotlu Mustard, Lewisit başlıca kullanılan ajanlardır. Soğuk iklimde uzun etkilidirler. Hardal, turp ve sarımsak benzeri keskin koku verir. Hücre DNA'sı ve protein yapısını bozarak etkisini gösterir. Yüksek doza maruz kalınırsa öldürücüdür. Mustard gazı birçok biyolojik molekülle reaksiyona girerek doku hasarına neden olur. Blister oluşumuna yolaçtığı için Blistering Agent olarak da anılır.

Belirti ve bulgular:

- 1-Ciltte kızarıklık (Eritem)
- 2-Su toplanması (Blister) Özellikle kolun fleksör bölgelerinde ve dizin arka kısımlarında sık rastlanır.
- 3-Göz, deri ve solunum yollarında hasar.
- 4-Lökosit, eritrosit ve trombosit sayısında azalma.
- 5-Enfeksiyona eğilim ve sepsis oluşabilir.

Tedavi:

Mustardın antidotu yoktur. Yapılacak başlıca işlem 2 dakika gibi kısa bir sürede dekontaminasyondur. Yanık tedavisi ve bakımı yapılır, gözler bol su ile temizlenmez, solunum desteği sağlanmalıdır.

Lewisit başka bir vezikan ajandır. Saf halde renksiz, kokusuz yağsı bir sıvıdır. Semptomları hardal gazı gibidir. Tedavi için antidot olarak BAL (Dimerkaprol %10'luk) IM veya lokal göz merhemi uygulanır.

AKCİĞER İRRİTANLARI

I. Dünya savaşında gaza bağlı ölümlerin %90 'ından sorumlu olan bu tür ajanlardır. Fosgen, Klor, Klorpikrin en sık kullanılmış olanlardır. Etkileri geç ortaya çıkar (en az 4 saat). Terminal bronşitler ve alveoler membranda yapısal bütünlük bozulur ve pulmoner ödem tablosu gelişebilir.

Belirti ve bulgular:

İlk etkilenen organlar gözler ve solunum sistemidir. Göz yaşarması, boğaz ağrısı ve boğulma hissi gelişir. Bulantı, kusma, baş ağrısı görülür. Dispne, bronkospazm, masif pulmoner ödem yüksek dozda hemen gelişir.

Tedavi:

Antidotu yoktur. Hasta sedatize edilir. Aerosol şeklinde veya parenteral steroid verilebilir. Solunum desteği sağlanır ve akciğer fibrozisi gelişimi açısından takip edilir. Kardiyak ve respiratuar stimulanlar kullanılmamalı ve ekspektoran verilmemelidir.

SİSTEMİK ZEHİRLER(KAN AJANLARI)

Hidrosiyanik asit, siyanojen klorid, iyonojen bromid, siyanojen iyodid bu grupta yer alırlar. Renksiz, çok uçucu, suda çözünür, acı badem kokusunda, kuvvetli oksidan maddelerle hızla okside olabilen silahlardır. Etkisi hemen ortaya çıkar, öldürücülüğü oldukça yüksektir. Sitokrom oksidaz (a3) ile kompleks oluşturarak O₂ nin kullanımını engeller.

Belirti ve bulgular:

Baş dönmesi, bulantı, kusma, halsizlik ve şuur kaybı, boğazda yanma ve kuruma, hava açlığı, baş ağrısı, solunum depresyonu, kardiyak aritmi, apne ve kollaps görülebilir. Yüksek dozda birkaç saniyede konvulsiyonlar başlar ve 1-2 dakika sonra solunum durması ve kardiyak arrest ile sonuçlanır. Oral zehirlenmede, etkilerin ortaya çıkması daha yavaştır.

Tedavi:

Derhal %100 O₂ verilir, antidot tedavisi uygulanır. Tıbbi personelin ağızdan ağıza suni solunum yapmaması gerekir. Sağ kalan bilinçsiz, apneli ve konvulsiyon halindeki hastaya antidot olarak Amil Nitrit+ Sodyum Nitrit +Sodyum Tiyosulfat kullanılır.

KİMYASAL AJANLARA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER

- 1-DETEKSİYON
- 2-KORUYUCU ÖNLEMLER
- 3-KİŞİSEL TEDAVİ
- 4-DEKONTAMİNASYON
- 5-SPESİFİK VE DESTEK TEDAVİ

DETEKSİYON

- Koku ve gözlem
- Detektör kağıtları (Ör:Hardal-bordo/Gx –kahverengi renk verir)
- El detektörleri (CAM-Chemical Agent Monitor)
- Otomatik detektörler(Enzimatik,kimyasal ve optik yöntemlerle çalışırlar

KORUYUCU ÖNLEMLER

- Binalarda kapı ve pencerenin az olduğu odalar bulunmalı.
- Bodrum katları sığınak şeklinde düzenlenmeli.
- Dekontaminasyon için su ve sabun bulundurulmalı.
- Pridostigmin tb, atropin-obidoksim ve gaz maskesi bulundurulmalı.

KİŞİSEL TEDAVİ

- NBC maruz kalan kişinin kendisi veya sağlık personeli ile yapılan ilk müdahalesidir.
- Özellikle sinir ajanlarına maruz kalındığında kendi kendine tedavi hayat kurtarıcıdır. (otoenjeksiyon ve hızlı dekontaminasyon)

DEKONTAMİNASYON

AMAÇ

Toksik maddeyi kimyasal inaktivasyona uğratmak, kontamine maddeyi ve zararlarını sınırlamaktır. ZAMAN ALICI; FAKAT ZORUNLU BİR İŞLEMDİR. En iyi önlem kontaminasyonu en aza indirmektir. (Gaz maskesi, sığınak)

DEKONTAMİNASYONUN ÖNEMİ

Dekontaminasyon; kimyasal (veya biyolojik) ajanın tehlike oluşturmasını engellemek üzere ortamdaki uzaklaştırılması, temas yerindeki miktarının azaltılması işlemidir. Dekontaminasyon zor, zaman alıcı ve fakat zorunlu bir işlemdir. Kimyasal silahların etkilerini önlemek veya en aza indirmek için yaşamsal önem taşır. Kimyasal savaş ajanları toprakta, giysilerde ve eşyalarda uzun süre kalabilirler, saldırıya uğrayanlar hem doğrudan etkilenirler, hem de kontamine toprak, giysi, eşya vb. materyalden ve kontamine kişilerden dolaylı olarak etkilenebilirler. En etkin dekontaminasyon ilk 1-2 dakika içinde yapılmalıdır. Bu da ancak kişisel dekontaminasyonla sağlanır ve bu konuda eğitim ve donanım gerektirir. Erken kişisel dekontaminasyon yaşamla ölüm (veya ağır hasar) arasında seçim yapmak demektir.

DEKONTAMİNASYON ARAÇLARI

Su ve deniz suyu

Sabunlu / deterjanlı / alkali sodalı / hipokloritli (çamaşır suyu) / bikarbonatlı su

Fuller (bir cins kil) toprağı

Absorban pudralar

Talk / kaolen / kil / buğday unu (hiçbir şey bulunmadığı hallerde)

Sıvı yağ / Gazyağı / parafin / alkollü çözücüler / organik çözücüler olarak sayılabilir.

DEKONTAMİNASYON ARAÇLARININ ETKİLERİ

1. Bol su ve deterjan

Su ve deniz suyu; a) mekanik uzaklaştırmayla b) seyreltmeyle c) hidroliz yaparak, etkin dekontaminasyon sağlar.

Hipoklorit çözeltilerinin veya diğer bir etkin dekontaminantın olmadığı hallerde en makul seçenek bol su ve sabunlu su kullanımıdır.

2. %0.5'lik HİPOKLORİT ÇÖZELTİSİ VE HAZIRLANIŞI

Hipoklorit çözeltisi, etkin bir cilt dekontaminasyonu ajanıdır. "ÜNİVERSAL SIVI CİLT DEKONTAMİNANT" olarak kabul edilir. Özellikle sinir ajanları ve hardal bulaşlarının arındırılmasında etkinliğinden büyük yarar sağlanır. Ayrıca kan zehirleri ve fosgenle bulaşmış cildin temizlenmesinde de etkilidir. Bu çözelti dikkatle uygulanır ve sonra bol suyla durulanır. Gözde, beyin/omurilik ve açık göğüs yaralanmalarında, kullanılmamalıdır.

Hazırlanışı;

Hipoklorit çözeltisinin taze hazırlanmış olması, etkinliği için önemlidir. % 0.5'lik hipoklorit çözeltisi, adi çamaşır suyunu (piyasadaki çamaşır suları- % 5 sodyum hipoklorit içerir) suyla 10 kez seyrelterek, 1 litre suya 10 çorba kaşığı (veya 1 ¼ çay bardağı) (100ml) çamaşır suyu eklenerek hazırlanabilir.

2. %5'lik HİPOKLORİT ÇÖZELTİSİ

"ÜNİVERSAL EŞYA, MALZEME DEKONTAMİNANTİ" olarak kabul edilir.

Eşya, ekipman vb materyalin dekontaminasyonu için % 5 lik hipoklorit çözeltisi (çamaşır suyu) doğrudan kullanılır.

3.Kloramin çözeltisi

Hardal gazları ve V ajanı için etkili iken, G tipi sinir ajanlarına etkisizdir.

4.Sodyum tiyosülfat çözeltisi (%2.5)

Hardal gazı için özgün tutucu (süpürücü) etkinliğinin olduğu son yıllarda bildirilmiştir.

5.Alkollü yeşil sabun tentürü (savon medikal) Sinir gazlarında yararlıdır.

6.Fuller toprağı Kloraminli bir cins kildir. Adsorban özelliği nedeniyle kullanılır.

7.Hazır kişisel dekontaminasyon kitleri

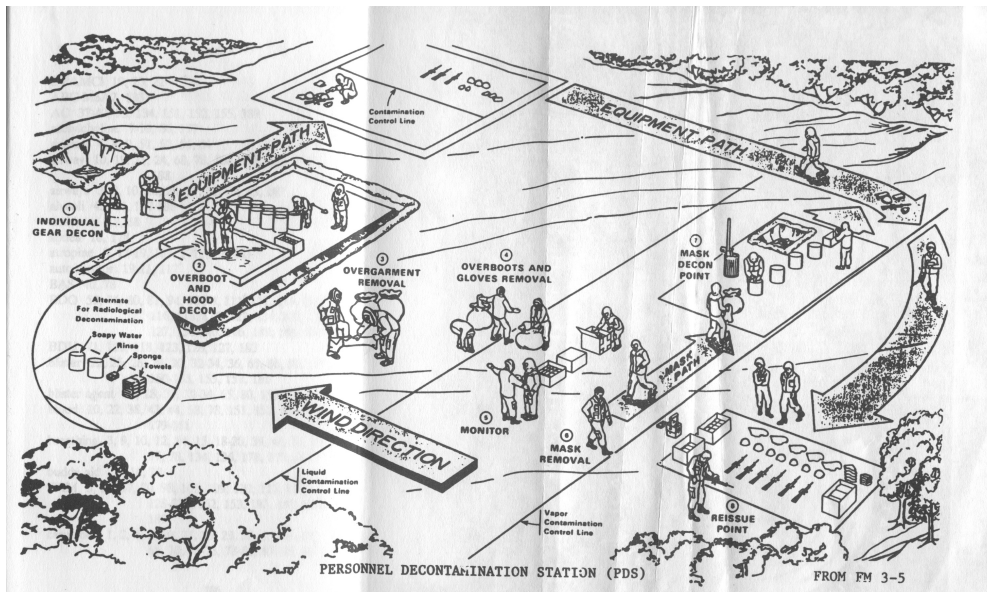
M291 kiti : Reaktif ve absorban özelliği nedeniyle en iyi "üniversal kuru dekontaminant" dır.

DEKONTAMİNASYON BÖLGESİNİN SEÇİMİ

Rüzgar yönü ve sıcak bölge (kontamine olmuş alan) sınırları NBC uzmanı tarafından belirlenir. Sıcak bölgeden ılık bölgeye (dekontaminasyon alanının kurulduğu bölge) geçişte tek kontrol noktası bırakılır, hastaları buradan tahliye edilir. Kontamine hastaların diğer yerlerden geçişine izin verilmez.

Dekontaminasyon alanını ılık bölge üzerinde ve rüzgarın aksi istikametine doğru mümkünse mobil olarak kurmak gereklidir. Kurulan dekontaminasyon alanının sıcak bölgeden birkaç yüz metre ilerde olmasına dikkat edilir. Dekontaminasyon alanında sadece dekontaminasyon işleminin yapılmasına dikkat edilir, tedavi girişiminde bulunmamalıdır.

İlk tedavi girişimini soğuk alanda (kontamine olmamış alan) yapılır. Soğuk alanın, ılık alandan en az 50 metre uzaklıkta olmasına dikkat edilir. Ilık alan ile soğuk alan arasında tek geçiş noktası olmasına dikkat edilir ve buradan sadece dekontaminasyon işlemi uygulanmış hasta ve yaralının geçişine izin verilir. (Şekil 1)



DEKONTAMİNASYON BÖLGESİNDEKİ UYGULAMALAR

1.Sıcak bölgede kontamine olmuş hastaların ılık bölgede kurulmuş olan dekontaminasyon bölgesine tahliyesini tek geçiş noktasından yapmak gereklidir. Hastanın kontamine olmuş elbiselerini çıkartılır.

2.Elbiselerini mümkünse basınçlı su altında çıkartılır.(basınçlı su yoksa itfaiye araçlarından faydalanılır). Basınçlı suyla hasta vücudunu yıkanır.

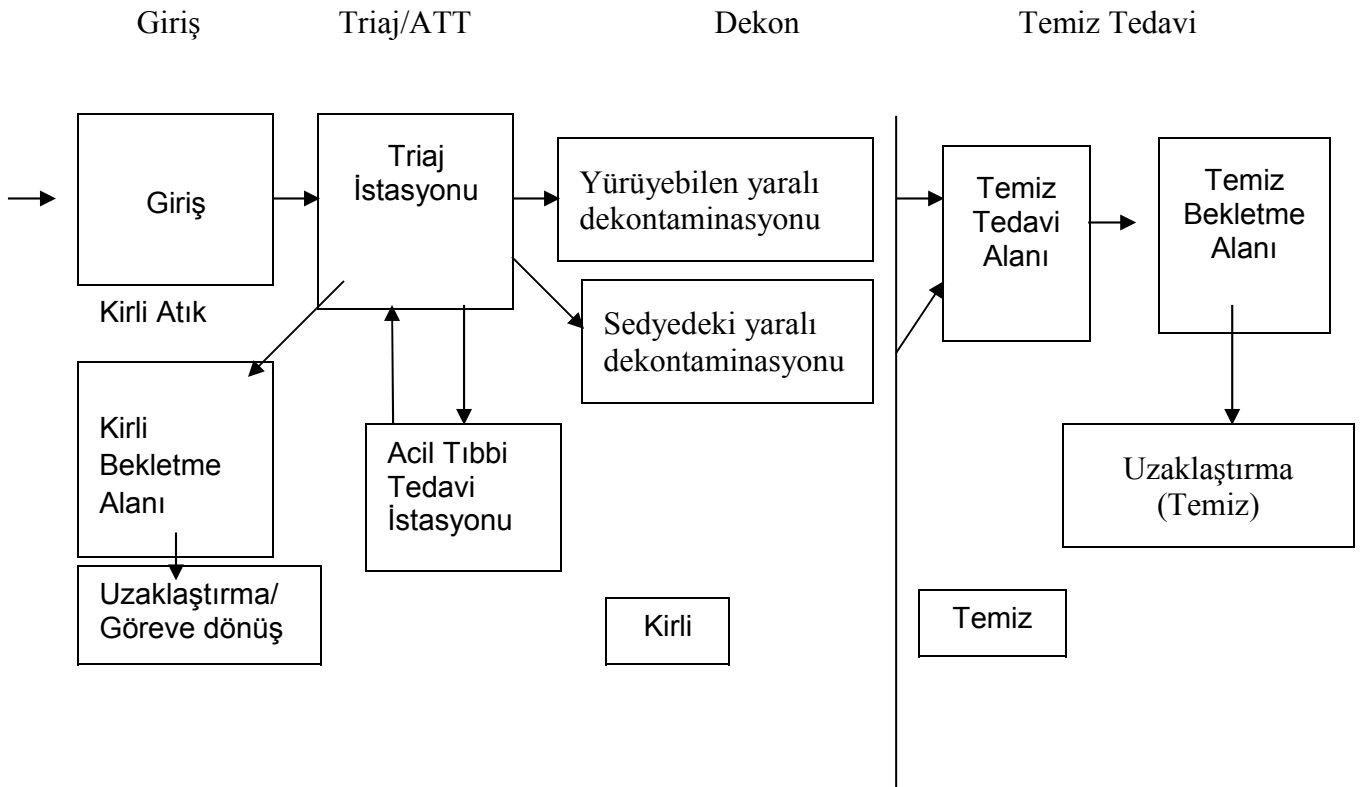
3.%0.5'lik hipokloridli suyla hasta vücudu tekrar yıkanır.

4. Hasta vücuduna ikinci kez basınçlı su uygulanır.

5. Hastaya temiz elbise giydirilir.

Daha sonra kontrol noktasında soğuk bölgeye geçmesine izin verilir.Kontamine olmuş elbiseleri bir torba içine koyulur ağzını sıkıca bağlanır ve toplama noktasında biriktirilir. Dekontaminasyon işlemi bittikten sonra kontamine suların etrafa yayılmasına izin vermemeli ve derhal alan dekontaminasyonu yapılmalıdır. Toplama noktasında biriken torbalardaki eşyaları imha edilir. Kimyasal ajana sıvı formda temas söz konusu ise ya da ajanın cinsi ve formundan emin olunamıyorsa tam dekontaminasyon zorunludur.

TIBBİ TEDAVİ TESİSİ



NBC ORTAMINDA YARALI TRANSERİ

1.Yaralı doğrudan, hiçbir dekontaminasyon işlemi yapılmaksızın hastaneye getirilmez.

a) Hayatının kurtarılması şansı, kontaminasyonun devamı nedeniyle yolda yitirilebilir.

b) Hastane personelini de kontamine etmiş oluruz.

2. NBC koruması sağlayan elbise, maske ve kalın kauçuk eldiven ile hastaya müdahale edilir.
3. Ağızdan ağıza resüsitasyon yapılmaz.
4. Hastanın salya, gastrik içerik vb materyaline doğrudan temas edilmez.
5. NBC saldırılarında yaralıya yapılacak ilk işlem elbiselerinin çıkarılmasıdır.
6. Dekontaminasyon işlemi saçların ve cildin dekontaminasyonu ile tamamlanır.
 - a) Sinir gazı, boğucu gazlar ve siyanür buharları ile temas eden yaralılarda ortamdan uzaklaştırma ve giysilerin çıkarılması ile % 80 oranında dekontaminasyon sağlandığı varsayılabilir, tam dekontaminasyon gerekmebilir.
 - b) Kimyasal ajana sıvı formda temas söz konusu ise ya da ajanın cinsi ve formundan emin olunamıyorsa tam dekontaminasyon zorunludur.

CİLT DEKONTAMİNASYONU

1. Dekontaminasyon işlemini kontaminasyon hattının dışında yapılır.
2. Fazla miktarda su ile, örneğin itfaiye hortumu ile ve giysiler çıkarılarak yapılır.
3. Hastanın giysileri gerektiğinde basınçlı su altında çıkarılır tüm cildi bol su- sabunla yıkanır.
4. G, V ve H ajanları ile temaslarda en ideal yöntem olan yıkamayı % 0.5'lik hipoklorit ile yapılır.
5. Çıkarılan giysiler ağız sıkıca kapatılan bir plastik torbaya koyularak izole etdikten, sonra çamaşır suyu veya klorlu kireç dökerek imha edilir.
6. Dekontaminasyon için kullanılan suyun güvenli şekilde boşaltılıp uzaklaştırıldığından emin olmak gerekir.
7. Yaralı cild ovulmadan temizlenir. Yıkama işlemleri esnasında, yaralı cildi ovmanın toksik ajanın absorpsiyonunu arttırdığını tespit edilmiştir.
8. Cilde bulaşan zehiri, derhal temizlemek hayatta kalmaya büyük ölçüde yardımcı olur. (örneğin sinir gazlarında cilde bulaşan sıvı haldeki maddeyi 2 dakika içinde giderirseniz hayatta kalma şansı %80 dir).
9. Toksik buharları uzaklaştırmak ve temizlemek için negatif-basınçlı hava düzeneği bulunmasını sağlar.

SU VE %0.5'LİK ÇAMAŞIR SUYUN BULUNAMADIĞI KOŞULLARDA DEKONTAMİNASYON;

1. Kişisel temizleme tozu (dekontaminasyon kiti) kullanılır.
2. Yoksa, kil, talk pudrası, bunlar da yoksa buğday unu kullanılabilir..
3. Yukarda sözü edilen tozlarda birini, bulaşmış olan kısımlara serpip 2 dakika beklenir.
4. Dökülen tozu hafifçe silkelenerek etrafa bulaştırmayacak şekilde plastik bir torbanın içine dökülür ve plastik torbanın ağızını bağlanır.
5. En son, nemli tuvalet kağıdı veya kağıt mendil ile sürmeden (ovmadan) silinir.

SU VE BESİNLERİN DEKONTAMİNASYONU

- 1.Kontaminasyon olduysa en güvenli yol imha etmektir.
- 2.Kimyasal silah kullanımının yüzey sularını, açıkta tutulan veya tahta, kağıt, karton kaplarda saklanan yiyecekleri kontamine edeceğini unutulmamalıdır.
- 3.Sıvı halde sinir gazı veya yakıcı gaz teması varsa; kontamine olan sıvı veya katı tüm besinler imha edilir.
- 4.Gaz halinde sinir gazı veya yakıcı gaz teması varsa; sıvı besinleri imha edilir. Kuru besinler ise 2 gün havalandırılır, kaynatılır veya % 2-3 NaHCO₃ ile yıkanarak dekontamine edilir.
- 5.İrritan gazlarla temas; bol su ile yıkayıp 24 saat havalandırılır.Koruyucu önlem olarak, tüm yiyecekleri, ağız sıkıca kapalı cam, teneke veya alüminyum kaplarda saklamalıdır.
6. Çok zorunlu hallerde kirlenmiş su çok iyi kaynatılmak koşuluyla kullanılabilir.

ALAN DEKONTAMİNASYONU

- 1.Kontamine toprak yüzeyine kireç veya kireç kaymağı dökülür.
- 2.Alet ve eşyaları %5-10'luk çamaşır suyu ile temizlenir ve kaynatılır.
- 3.Kaynatma özellikle H ve V tipi ajanlara karşı etkilidir
- 4.%5-10'luk Hipoklorit çözeltisi yoksa ısıtma-sıcak hava buharı ve kaynatma uygulanır.

GÖZ DEKONTAMİNASYONU

- 1.Genel olarak sadece bol akar su ile veya serum fizyolojik (%0.9'lık tuzlu su) ile yıkanır.
- 2.Hastanın başı arkaya atılarak ve devamlı temiz su akıtılarak 15 dakika süreyle yıkanır.

GAZDAN ETKİLENMEMEK İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER

- 1.Pencere ve kapı çerçeveleri geniş izole bantlar ile sıkıca bantlanır veya pencere ve kapı geniş naylon örtü dışarıdan ile kaplayınız.
- 2.Pencere ve kapı kenarlarına sulandırılmış çamaşır suyu ile iyice ıslatılmış havlu yerleştirilir.
- 3.DİKKAT! Çamaşır suyunu, önerilen miktarın üzerinde kullanılırsa ve sürekli olarak buharlarına maruz kalınırsa, klor zehirlenmesine neden olabilir.
- 4.Olağan dışı koku (sarımsak, yeni biçilmiş ot, acı badem kokusu) hissedildiğinde, dışarıda kalmayınız.
- 5.Kimyasal savaş gazları cilt, göz, burun ve ağızdan vücuda girip ani etkiler oluşturur. DERHAL ve MUTLAKA gaza karşı korunması sağlanmış sığınaklara, kapalı yerlere sığınınız.
- 6.Sığınak yoksa evin bir odası bu şekilde hazırlanır.

KİMYASAL SAVAŞ ACİLLERİNDE ACİL DEPARTMAN PROSEDÜRLERİ

HAZIRLIKLAR (Problem ilk karşılaşıldığında başlar)

- 1.Hangi kimyasal ajan olduğunu saptamaya çalışın
- 2.Kişisel korunma ekipmanları var mı? Dekontaminasyon teçizatı olan antidotları kullanılmış mı ?
- 3.Kimyasal bulaşma kesin mi, yoksa kuvvetle muhtemel mi?

EVET İSE

Kendi kişisel korunma ekipmanını giy

§Sıcak zon sınırını belirle

4.Kontamine olabilecek tüm bölgeleri temizleyip güvence altına alınız.

5.Hastane girişleri ve alanlarını güvence altına alın veya almaya hazırlanın.

6.Gerekli sivil savunma yetkililerine haber verin.

7.Şayet kimyasal madde askeri bir ajansa ve ordu durumdan haberdar edilmemiş ise, onlara haber verin

8.Eğer kimyasal ajan organofostat içeriyorsa hastane eczanesini büyük miktarlarda atropin ve 2-PAM gerekeceği hususunda ikaz edin.

HASTA GELDİĞİNDE

(NOT : Önceden haber verilmeden kontamine bir hasta Acil departmana gelmiş olabilir)

9.Kimyasal bulaşma tehlikesi mevcut mudur?

§Bilinen kimyasal sızıntı veya toksik ajana maruz kalma (En son bildirilen dahil) bahis konusu mudur?

§Kazazedenin cildi ve elbiselerinde sıvı ve damlalar var mı?

§Kazazede, Acil Tıp Teknisyeni ve diğer personeldeki semptomlar nelerdir?

§H, L, fosgen ve klorür kokusu var mı?

EVET : Bir sonraki basamağa geçin

HAYIR: Kazazedeye rutin şeyleri tatbik edin.

10.Hazırlıklar tamamlanıncaya kadar hastayı dışarıda tutun. Acil Tıp Teknisyenine yardımcı olmak için kişisel korunma ekipmanını giyin.

11.Eğer hasta çok kontamine olmuşsa (cilt üzerinde sıvı, pozitif M- (dedektör kağıdı) veya her hangi bir kontaminasyon şüphesi varsa, binaya girmeden önce hastayı dekontamine edin.

DEKONTAMİNASYON PROSEDÜRLERİ

1.Hastayı Dekontamimine etmeye hazırlan:

§Koruyucu giysileri giyin.

§Hastayı tel sedyeye yerleştirin.

§İşlem boyunca destek tedavisi sağlayın.

2.Hastanın giysilerini çıkarın

§Eğer hasta ayakta duramıyorsa:

§Ayakkabı bağlarını kesin; ayakkabıları çıkarın.

§Pantolonu bacakların ön kısmı boyunca kasiğe kadar kesin.

§Gömlek/Palto kolların yukarıda boyuna kadar ortadan kesin.

§Elbiseleri dış kısımları içeride kalacak şekilde kestiğiniz yerlerden yuvarlayarak alın

§Elbiseleri hastanın altından çekin

§Kazazede ayakta durabiliyorsa:

§Önce üst kısım giysileri çıkarın, giysilerin dış kısmını hastanın cildine temas ettirmeyin.

§Eldivenleri dekontamine edin

§Alt giysileri yuvarlayarak veya çekerek çıkar, giysileri hastanın cildine temas ettirmeyin.

§Yaralıyı bulunduğu yerden dekontaminasyon hattındaki toplanma bölgesine götürün.

§Ayakkabı bağlarını keserek ayakkabıları çıkartın.

3.Eğer klor/ hipoklorit* mevcutsa hastayı klor solüsyonu ile yıkayın.

§Sünger ve kova kullanın.

§Sünger ve eldivenleri sık sık durulayarak, bol miktarda solüsyon kullanın.

§Cildin kat yerlerine; kasık,koltuk altları, kulak arkaları vb; özel itina gösterin.

§Su ile boylu boyunca durulayın.

4.Eğer klor/hipoklorit mevcut değilse hastayı dekontamine etmek için diğer dekontaminasyon maddelerini kullanın

§Cildin tüm kısımlarına un veya mısır unu tatbik edin.

§Ovarak bol miktarda yedin.

§Kabuklaşmış unu kazıyarak çıkarın.

§Deterjan veya sabun ve suyla yıkayın.

5.Koruyucu giysilerinizi dekontamine edin.

6.Yaralıyı sıcak hattın gerisine teslim et.

(* % 0,5 Sodium Hypokloride veya çamaşır suyu)

İLK TEDAVİ VE KİMYASAL AJANIN BELİRLENMESİ

1.Hava yolu tıkalıysa açın ve açıklığını devam ettirin

2.Solunum yoksa yardımcı solunumla destekleyin

3.Kanama varsa kanamayı kontrol altına alın.

4.Kolinesteraz zehirlenmesi semptomları var mı?

§Pupil küçülmesi (Toplu iğne başı kadar)

§Solunum güçlüğü (Hırıltılı ve zorlu solunum)

§Lokal veya genel terleme

§Fasikülasyonlar

§Aşırı salgı

§Bulantı, Kusma. İshal

§Kasılmalar

§Koma

EVET : SİNİR GAZI PROTOKOLÜ'ne geçiniz.

5.Klor zehirlenmesi hikayesi var mı?

EVET : KLOR PROTOKOLÜ'ne geçiniz.

6.Zehirlenmenin ardından birkaç dakika içinde başlayan yanıklar var mı?

EVET : 7'ye geçiniz.

HAYIR : 8'e geçiniz.

7.Termal yanıklar?

EVET : 9'a geçiniz.

HAYIR : LEWISITE PROTOKOLÜ'NE GEÇİNİZ.

8.Maruz kalıştan 2-12 saat sonra başlayan yanıklar veya gözlerde tahriş?

EVET : HARDAL GAZI TEDAVİSİ'ne geçiniz.

HAYIR : 9'a geçiniz.

9.Fosgen zehirlenmesi ihtimali var mı?

§Fosgen ajanına maruziyetin bilinmesi

§Sıcak klorlu hidrokarbonlara maruziyetin bilinmesi

§Maruz kalıştan birkaç saat sonra solunum rahatsızlıklarının başlaması

EVET : FOSGEN PROTOKOLÜ'ne geçiniz.

10.Olası diğer kimyasal gazlara maruziyet olup olmayacağını kontrol edin;

§Bilinen kimyasal bulaşmalar

§Kafa travması bulunmaksızın şuur düzeyinde azalma

§Giysilerde veya nefeste koku

§Spesifik semptom veya belirtiler.

SİNİR GAZI PROTOKOLÜ

1.Şiddetli solunum distressi var mı?

EVET :

ŞEntübe edin ve ventilasyon yapın. (asiste)

ŞAtropin

Erişkin: 6 mg IM veya IV

Yenidoğan/çocuk : 15-40 mg/kg

Ş2- PAM Cl

Erişkin :600 – 1000 mg IM veya yavaş IV

Yenidoğan/çocuk:15 mg/kg

IV yolu açın

2.Majör sekonder semptomlar?

HAYIR : 6'ya geçiniz.

EVET :

ŞATROPİN

Erişkin: 4 mg IM veya IV

Yenidoğan/çocuk : 15-25 mg/kg

Ş2- PAM Cl

Erişkin :600 – 1000 mg IM veya yavaş IV

Yenidoğan/çocuk:15 mg/kg

IV yolu açın

3.Gerektikçe atropin tekrar edin.

Erişkin : 2mg IV veya IM

Yenidoğan/Çocuk :15-25 ug/kg

4.Gerektikçe 2-PAM Cl'i tekrarlayın.

Erişkin : 20-30 dakika sonra 1g IV

Dozu , 1h x 3 prn tekrar edin

Yenidoğan/çocuk :15 mg/kg

5.Konvülziyonlar

HAYIR: 6'ya geçin.

EVET : IV yoldan yavaşça DIAZEPAM 10 mg

6.Her 1-3 dakikada hastayı tekrar değerlendirin.

BELİRTİLER KÖTÜLEŞİRSE; madde 3'den itibaren uygulamaları tekrar edin.

Not: Hastane eczanesini 2-prolidoxime chloride ve atropin gerekebileceği hususunda ikaz edin.

FOSGEN PROTOKOLÜ

1.Göğüs röntgeni çek, kan gazlarına bak, hastanın sıvı almasını kısıtla

ŞEğer sonuçlar FOSGEN ZEHİRLENMESİ ile bağlantılı ise , 4'e geciniz.

2.Solunum güçlüğü var mı?

EVET : OKSİJEN ver ve respiratöre bağla ve (PEEP) pozitif Expiratöri Endpresure modunda solunum yaptır.

3.En az 6 saat yakın gözlem altında tutun

ŞEğer şiddetli solunum güçlüğü gelişirse 4. Maddeyi uygula.

ŞEğer birkaç saat sonra orta derecede solunum güçlüğü gelişirse 1'e dön.

- 4.Şiddetli solunum güçlüğü gelişirse veya göğüs röntgeni veya kan gazları fosgen zehirlenmesi ile uyumlu ise
§Hastayı Hastaneye yatırın.
§Pozitif expiratorie end Pressure (PEEP) modunda basınçlı oksijen ver.
§Mayı alımını kısıtlayın
§Göğüs röntgeni çekin
§Kan gazlarına bakın
§Ciddi olarak hasta olanların listesini yapın.

KLOR PROTOKOLÜ

- 1.Solunum güçlüğü var mı?
EVET :
§Bronş gevşetici deneyin
§Hastaneye yatırın
§Maske ile oksijen verin
§Göğüs röntgeni çekin.
2.Diğer problemleri tedavi edin ve yeniden değerlendirin. (Fosgeni dikkate alın)
3.Solunum sisteminde problem var mı?
EVET : 5'e maddeye geçiniz.
4.Fosgen zehirlenmesi olası mı?
EVET : FOSGEN PROTOKOLÜNE geçin.
5.Destek tedavisi uygulayın; diğer sorunları tedavi edin veya hastayı taburcu edin.

HARDAL GAZI PROTOKOLÜ

- 1.Hava yolu tıkalı mı ?
EVET : Trakeostomi yapın
2.İdrar yollarında tıkanma var mı?
3.Geniş yanık var mı?
EVET :
§IV Yol açın - termal yanıklarda su vermeyin.
§Vezikülleri direne edin – kabuğunu kaldırmayın.
4.Diğer semptomları uygun şekilde tedavi edin.
§Gerektiğinde antibiyotikli göz merhemleri, göz analjezikleri kullanın.
§Steriliteye dikkat edin.
§Gerekliyse morfin yapın. (genel acil terapide gerekmez; yatan hasta tedavisinde uygun olabilir.)

LEWİSİTE PROTOKOLÜ

- 1.Yaralanmanın büyüklüğünü saptayın.
2.Yaralanmış olan cildi British Anti – Lewisite (BAL) merhemi ile tedavi edin. (Mevcutsa)
3.Etkilenmiş olan gözleri BAL oftalmik merhem ile tedavi edin. (Mevcutsa)
4.Pulmoner ve diğer şiddetli etkileri tedavi edin.
§Yağlı mağlul içinde BAL, 0,5 ml/25 lbs vücut ağırlığı. Derin IM. en fazla 4.0 ml.'ye kadar 4 saat ara ile üç defa (0.,4. 8. ve 12 saatlerde tekrar edin) uygulayın
§Gerekliyse morfin yapın.
5.Şiddetli zehirlenme var mı?
EVET : BAL enjeksiyonu aralığını 2 saatte bire (q/2h) indirin.

NÜKLEER YARALANMALARDA TEDAVİ

RADYASYON HASTALIĞI

- a.Dekontaminasyon: Elbiselerin çıkarılması, Su ile yıkanma, sabun veya deterjan ile silme işlemi.
- b.GIS Rahatsızlıkları: Antiemetik, diare varsa sıvı-elektrolit
- c.Kardiyovasküler Destek: Klinik olarak önemli hipotansiyon ve nörolojik disfonksiyonlu hastalara dikkat edilmeli.
- d.Yara Bakımı:
- e.Enfeksiyon Kontrolü: Oportunist patojenler (E.Coli, Pseudomonas aeruginosa) problem yaratabilir. Enfeksiyon kontrolü için sistemik antibiyotik tedavisi (Aminpglikozidler) verilir.

NBC ORTAMINDA ACİL SAĞLIK HİZMETLERİNDE KULLANILAN EKİPMANLAR

Doç. Dr. Ecz. Kd. Alb. Cumhur BİLGİ
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı

Günümüzde kimyasal ve biyolojik silahların kullanımının gündemde önemli bir yer tutması ile birlikte, sağlık kurumlarının bu konuda alacakları tedbirler ve kullanacakları ekipmanlar konusu önem arz etmiştir. Kimyasal ve biyolojik silahlara karşı hem kişisel hem de kitlesel korunma ve tıbbi müdahalede bulunan özel eğitim ve özel ekipmanları gerektirmektedir.

TIBBİ SAVUNMA EKİPMANLARI :

1. DEKONTAMİNASYON VE İLK YARDIM ÜNİTESİ :

Kimyasal ve biyolojik atağa maruz kalan yaralıların ilk getirileceği yer hastanelerin acil servisleridir. Sağlık personelinin bu tip hastalara müdahale etmeden önce hastaların dekontamine edilmeleri gerekliliği vardır. Acil servislerin girişinde dekontaminasyon odası olmalıdır. Ayrıca açık arazide seyyar dekontaminasyon ünitelerinin olmasında yarar vardır. Bu amaçla dekontaminasyon çadırı kurulabilir. Bu çadır içerisinde yüksek basınçlı buhar sistemi yardımı ile elbise dekontaminasyonu yapılabilir. Bu çadırdaki su ihtiyacını karşılamak için katlanabilir su tankı bulundurulmalıdır.

Arazi duşu ile birden fazla personel dekontamine edilebilir. Bu duş sisteminde sıvı sabun ve alkali ajanlar kullanılabilir. Ayrıca elde veya sırtta taşınabilen püskürtme metodu ile çalışan dekontaminasyon ekipman kullanılabilir.

• Yaralılar için Cilt Dekontaminasyon Ekipmanı :

Kimyasal savaş ajanı ile yaralanan personelin ilk yardımında cilt temizleyici olarak kullanılır.

2. ANALİZ VE TEŞHİS EKİPMANLARI :

Kimyasal ve biyolojik saldırıda hasta ve yaralılara uygun tedavi yapılabilmesi için kimyasal ajanın tanınması çok önemlidir. Bunun için mobil veya sabit NBC laboratuvarı olması gereklidir. Bu laboratuvarlarda bulunması gerekli ekipmanlar :

a) Nokta detektörleri : Kimyasal ajanın varlığını ortaya çıkarmak için olayın olduğu yerde tanıma işlevi gören cihazdır.

b) Deteksiyon kağıtları : Bunlar kağıt detektörlerdir. Ancak sıvı haldeki kimyasal ajanları tanıyabilirler. Kağıda emdirilmiş indikatörler sayesinde renk değişimi olur ve ortaya çıkan renge göre tanıma yapılır. Örneğin :

Sarı ----- G ajanları

Koyu yeşil ----- VX

Kırmızı ----- Mustard

Ancak bu sistemde tanıma yöntemi fazla güvenilir değildir. Ortamda bulunabilecek başka kimyasallar da bu renkleri verebilir.

*CAM (Chemical Agent Monitor) : Bu cihaz bir nevi spektrofotometri cihazıdır. Ortamda bulunan sarin, VX ve mustard gibi ajanları tanır ve ölçüm yapar.

*Kimyasal Ajan Detektör Kiti : Bu kit ile sinir gazı, yakıcı gaz ve siyanojen ajanlar saptanabilir. Bir kimyasal atak sonrası personelin maskesini çıkarması için ortamın güvenliğini test etme amacıyla kullanılır.

*İleri Yöntemlerle (Laboratuvar Şartlarında) Kimyasal Ajanın Saptanması : Bu kategoride,

1. Biyosensörler
2. HPLC, gaz kromatografisi
3. MNR spektrometri
4. İmmünolojik metodlar
5. Kapiller elektroforez
6. İnfrared spektroskopisi gibi yöntemler sayılabilir.

*Sağlık Personelinin Kişisel Korunması : Kimyasal veya biyolojik atağa maruz kalan hasta ve yaralıya müdahale edecek sağlık personelinin kişisel korunması çok önemlidir. Mutlaka koruyucu maske ve elbise kullanması gereklidir. Koruyucu maske, kimyasal silahlara karşı yüzü, gözü ve solunum yollarını koruyan ve kirli havayı temizleyen bir ekipmandır. Gaz maskelerinin sağladığı koruyuculuk, kimyasal tehlike uyarısının erken verilip verilmemesine, maskenin uygun olarak takılmasına, gaz maskesi filtresinin özelliğine bağlıdır.

Kişisel Koruyucu Elbise: Kimyasal ajanın cilt ile temasını kesmek için kullanılır. Bu elbiseler özel kumaştan yapılmıştır. Bu kumaşın özel katmanları vardır. Adeta filtre görevi yaparlar. NATO standartlarına göre yoğun bir gaz ortamında en az 6 saat koruma sağlayabilir. Kişisel korunmada önce maske sonra elbise ve koruyucu eldiven giyilmelidir.

* Dekontaminasyon Materyalleri :

1. a) Kimyasal Nötralizasyon: Alkali sabunlar, klorlu çözeltiler, sodyum bikarbonat ve kalsiyum hidroksit kullanılır.
 - b) Yara Dekontaminasyonu: % 0.5'lik hipoklorit çözeltisi ve serum fizyolojik kullanılır.
 - c) Göz Dekontaminasyonu: % 2'lik Borik Asit veya % 0.5'lik NaHCO_3
 - d) Alan Dekontaminasyonu: Kireç kaymağı
 - e) Teçhizat ve Malzeme Dekontaminasyonu: Hipoklorit çözeltisi, kostik soda, dietilen triamin

* Kişisel Dekontaminasyon Kiti :

1. Adsorban pudra (Fuller toprağı, Mg oksit ve klorlu kireç karışımı)
2. Alkali sabun
3. Temizleyici bez
4. Tampon, flaster

* İlk Yardım Çantasında Bulundurulması Gerekli Tıbbi Antidot ve Ekipmanlar :

1. Otonjektör (Atropin sülfat 2 mg, obidoksim klorit 220 mg; 3 adet)
2. Pridostigmin tablet (30 mg.lık 21 adet)
3. BAL kremi
4. Fuller toprağı
5. Nitrit preparatları (Amil nitrit, sodyum nitrit)
6. Diazem ampul
7. İzotonik NaHCO_3 (%1.2)
8. Serum fizyolojik
9. % 2.5'luk Sodyum tiyosülfat

10. Geniş spektrumlu antibiyotikler ve steroidler

NBC YARALILARINA YAPILACAK İLK YARDIM, RESÜSİTASYON VE TEDAVİ

Doç.Dz.Tbp.Yb.Cengiz KAYAHAN
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı

Nükleer Yaralanmalar:

Birçok yönleriyle konvansiyonel patlayıcılar ve nükleer silahlar birbirlerine benzerlik gösterirler. Her ikisinde de sınırlı bir alanda ortama yüksek miktarda enerji salınımı, bunun sonucunda bir patlama ve ışık oluşumu, ortam ısısı ve basıncının artmasını takiben bir basınç ve şok dalgasının çevreye yayılması söz konusudur. Aralarındaki tek fark konvansiyonel patlamalar sonucunda nükleer radyasyonun oluşmamasıdır. Bu fark nükleer bir patlamayı konvansiyonel bir patlamadan daha güçlü kılar.

Nükleer Patlamanın Karakteristikleri

- Ateş topu oluşumu
- Mantar şeklinde, kırmızı, kırmızı- kahverengi radyoaktif bulut oluşumu
- Basınç ve şok dalgası
- Termal radyasyon (Isı ve ışık dalgası)
- Nükleer radyasyon (Ani ve Serpinti Nükleer Radyasyon)
- Elektromanyetik Akım (EMP) ve Atmosfer İyonizasyonu

Nükleer Patlamaların Etkileri

Nükleer bir patlama sonucunda açığa çıkan enerji ortama,

- Basınç ve Şok Dalgası (% 50)
- Termal Radyasyon (% 35)
- Nükleer Radyasyon (% 15)

*Ani Nükleer Radyasyon (% 5) (ilk 1 dakika içinde gamma ve nötron radyasyonu)

*Kalıntı (serpinti) Nükleer Radyasyon (% 10) olmak üzere 3 şekilde yayılır.

Bu oranlar, nükleer silahın cinsine, gücüne, patlama yüksekliğine ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir.

Basınç Dalgası

Nükleer patlamanın hemen ardından ortam ısısı birkaç milyon dereceye ulaşır. Bunun sonucunda genleşen ve hareket kazanan sıcak gazlar çevreye dalgalar halinde yayılarak basınç ve şok dalgasını oluştururlar.

Basınç dalgasının büyüklüğü;

- Patlamanın şiddetine,
- Patlamanın yüksekliğine,
- Yere olan mesafesine bağlıdır.

Basınç dalgasının oluşturacağı hasar ise;

- Dalga hızına,
- Basıncına,
- Büyüklüğüne,
- Etkileştiği nesnenin fiziksel özelliklerine göre farklılıklar gösterebilir.

Basınç dalgaları ile 2 tip yaralanma meydana gelir:

Direkt Yaralanmalar: Bu tip yaralanmalar atmosfer basıncındaki ani yükselme nedeni ile meydana gelir ve en sık meydana gelen hasar kulak zarı yırtılmasıdır. Bu travma için yaklaşık olarak 0,2 atmosfer basıncı eşik değeridir. Daha yüksek basınçlarda, yaklaşık 0,7 atmosfer basıncı düzeyinde akciğerlerin zarar görmesi olası olup yaralının hastaneye yatırılması gerekebilmektedir.

İndirekt Yaralanmalar: Şiddetli basınç rüzgarlarının meydana getirdiği hareketlenme sonucunda ortamda bulunan cisimler fiziksel olarak yer değiştirip canlılara çarpar ve yaralanmalarına neden olur. Patlama rüzgarları o kadar şiddetlidir ki bilinen tayfunlardan birkaç kez kuvvetlidir. Dolayısı ile bu rüzgarlar ile bütün canlılar ve cisimler uçuşarak birbirlerine ve diğer nesnelere şiddetli şekilde çarparak büyük çapta zarar görürler.

Şok Dalgası

Nükleer patlama sonrasında ortaya çıkan enerjinin bir kısmı patlama alanında bir krater oluşumuna, bir kısmı da havada, toprakta ve suda basınca bağlı şok dalgalarına neden olur. Şok dalgası daha ziyade gemilerdeki ve sığınaklardaki personel üzerinde hasara neden olur.

Termal Radyasyon

Patlama anında oluşan ateş topunun merkezindeki ısı 1 000 000 °C nin üzerine çıkar ve etrafa ışık hızında ısı dalgaları yayar. Bu durum gözlerde hasar, cilt yanıkları ve yangınlar ile sonuçlanır.

Termal radyasyona bağlı yanıklar;

- Parlama Yanıkları (Flash Burns)
- Yangınlara Bağlı Yanıklar (Flame Burns)

Ateş Topu

Patlamayı takiben saniyeler içerisinde oluşup kaybolur. Spektrumu güneş ışığına benzeyen bu elektromanyetik radyasyon ışık hızı ile yayılır. Yayılan görünür ışığa kırmızı ve mor ötesi ışınlar da eşlik eder. Buna bağlı olarak iki tip yaralanma meydana gelir:

- Geçici körlük (Flash Blindness)
- Kalıcı görme bozukluğu (Retinal Skar)

Elektromanyetik Akım ve Atmosferik İyonizasyon

Toprakta, patlama ile eş zamanlı oluşan, birkaç saniye süren ve geniş bir frekans spektrumunu kapsayan elektromanyetik akım oluşur. Bu süre zarfında elektronik cihazlar etkilenip devre dışı kalabilirler. Aynı durum havada iyonizasyon dalgası şeklinde ortaya çıkar.

Nükleer Radyasyon

İnsan duyuları ile algılanamaz. Konvansiyonel patlamalarda izlenmeyen bu etki çok tehlikeli olup öldürücü olabilmektedir. Başlıca alfa, beta, gama ve nötron ışınımı şeklinde olabilmektedir.

RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Non-stokastik (Deterministik) Etki: Katarakt oluşumu, kandaki değişiklikler, sperm üretiminde azalma gibi etkileri vardır

Stokastik Etki: Kanser oluşumu ve genetik etkiler örnek olarak verilebilir.

Radyasyonun Hücre Kinetiğine Etkisi

Hücreler radyasyona M fazından hemen önce geç metafazda (G₂) ve mitoz sırasında en duyarlıdırlar. Mitoz fazında radyosensitivite yaklaşık dört kat daha fazladır. S fazındaki, geç G₁ fazındaki ve G₀ fazındaki hücrelerde ise radyasyona direnç daha fazladır.

Radyasyonun Hücre Zarlarına Etkisi

Hücre zarının çift tabakalı lipid yapısının ve zar proteinlerinin iyonizasyonu sonucu moleküller inaktive olur ve transport sistemi bozulur.

Radyasyonun Duyarlılığını Arttıran Ajanlar

Oksijen başta olmak üzere, oksijenomimetik ve elektron afinitikler (Metronidazol, Misonidazol, Nitroimidazoller), DNA Analogları (Actinomisin-D, Adriamisin, Metotreksat, 5-FU gibi halojenlenmiş pirimidinler), kafein, hipertermi radyasyonun hasar verici etkisini arttırabilirler.

Radyoprotektif (Radyasyondan Koruyucu) Ajanlar

Oksijensizlik (anoksi veya hipoksi) radyasyona direnci artırır. İndirek radyasyon hasarının ilk evresi serbest radikallerin oluşumudur. Serbest radikal gidericiler radyoprotektif ajanlardır. Thiollerin; sistein, sistamin, isotiuronyum gibi sülfidril aminlerin; fazla miktarda SH-radikalleri içeren dimer bileşiklerin, Vit A, C, E gibi antioksidanların radyasyon hasarını azaltıcı etkileri vardır. Bu bileşiklerin serbest radikalleri uzaklaştırarak, hipoksi oluşturarak ve proteinlerde disülfid bağları oluşturup onları güçlendirerek hücreleri korudukları düşünülmektedir.

Alkol, morfin ve trankilizanlar solunumu azaltarak oksijenasyonu düşürür ve radyorezistansı artırır. Epinefrin doku hipoksisine neden olur ve bu nedenle koruyucu özelliği vardır.

Radyasyonun Biyolojik Sistemler Üzerine Etkileri

Bergonie-Tribondeau Kanunu'nda belirtildiği gibi dokunun radyasyona cevabı

- Dokudaki az diferansiye hücrelerin sayısının fazlalığına
- Aktif mitotik hücre sayısının fazlalığına
- Hücrenin aktif proliferasyonunda kalış süresine bağlıdır.

Hematopoetik Sistem:

Kemik iliğinde üç hücre dizini bulunur. Dolaşımdaki matür eritrositler ve trombositler muhtemelen çekirdekleri olmadığı için radyasyona daha dirençlidirler.

Radyasyona en duyarlı olan Nötrofiller çok hızlı çoğalma kabiliyetine sahiptirler. Radyasyona maruz kalınması sonrasında periferik kanda hızla azalırlar ve bu nedenle kemik iliğinde farklı ve parçalı formların sayısı hızla artar. Dolaşımdaki lenfositler radyasyona oldukça hassas olup, lenfosit sayısında 24 saat içerisinde %50 azalma kişinin yüksek dozda radyasyona maruz kaldığının bir belirtisidir.

Trombositler ve olgun megakaryositler radyasyona dirençlidir. Oysa olgunlaşmamış evreleri veya kök hücreleri radyasyona çok duyarlıdır.

Gerekli görüldüğünde ilk 24-72 saat içinde saatte hematopoetik büyüme faktörleri (filgrastim gibi), granülosit koloni-stimüle eden faktör (G-CSF), sargramostim veya granulosit-makrofaj koloni- stimüle eden faktör (GM-CSF) hemopoezisi hızlandırmada ve kemik iliğinin depresyon süresini kısaltmada kullanılmalıdır.

Filgrastim (G-CSF) (2.5–5 µg/kg/gün) veya (100–200µg/m² /gün) 6 saatte bir sub-kütan;. Sargramostim (GM-CSF) (5–10 µg/kg/gün) veya (200–400 µg/m² /gün) 6 saatte bir sub-kütan kullanılmalıdır.

Ürogenital Sistem:

Genellikle düşük dozlarda testiste ve ovaryumda fonksiyon değişikliği gösterilememiştir. Tüm vücudun 120 mGy üzerindeki radyasyona maruz kalması sperm sayısını azaltır. Şiddetli radyasyon hasarının olduğu gebelikler genellikle düşükle sonlanır. Ancak nokta mutasyonlar yeni nesillere aktarılabilir ve bu durum özellikle düşük doz radyasyon alan kişilerde önem arzeder.

Üreme sistemi hücreleri radyasyona son derece hassastır. Erkeklerde hormon üretiminden ve sekonder seks karakterlerinin oluşmasından sorumlu testisin interstisiyel hücreleri de radyasyona dirençlidir. Bu nedenle 600 cGy'lik sterilize edici dozda cinsel güç, prostatın ve seminal vesiküllerin sıvı üretimini, ses, sakal ve erkek sosyal davranışını etkilenmez.

Erkeklerde kalıcı sterilite için yaklaşık 600 cGy'lik doz gerekir ve sterilite aylar sonra oluşur. Daha düşük dozlar da aylar sonra steriliteye neden olsalar bile bu etki geçicidir. Fertilite ve normale yakın sperm sayıları 1-2 yıl sonra geri döner.

Kadınlarda radyasyon hem ovumu ve hem de gelişmekte olan follikülleri hasara uğratar. Bunun sonucunda ise hormon üretimi azalır. Bu nedenle kadında radyojenik steriliteye seksüel karakteristiklerde önemli değişiklikler ve yapay menapoz eşlik eder.

Sonuç etkide total doz, doz hızı ve yaş önemli faktörlerdir. Genç bayanlarda fertilite yaşlılara oranla daha iyi düzelebilmektedir. 200 cGy lik doz 40 yaşın üzerindeki bayanlarda kalıcı steriliteye yol açarken, 35 yaş ve altındakilerde geçici steriliteye neden olur. 150 cGy radyasyon alan 40 yaşın üzerindeki bayanların % 90'ında menapoz görülür. 150-500 cGy ile ışınlanan genç bayanların %50'sinde menapoz oluşur.

Gastrointestinal Sistem:

Radyasyona en duyarlı sistemlerden birisi de mide-barsak sistemidir. İnce barsakların villus hücreleri radyasyona en duyarlı bölgelerdir. Radyasyon kript hücrelerin mitotik ölümüne neden olur ve bunun sonucunda villuslar aşınır, duvarda ülserasyon ve septik infiltrasyon olur. Radyasyona maruz kalınmasından 1-2 hafta sonra, mukozanın dökülmesi, hücre döngüsünün yavaşlaması, kanamalara bağlı sıvı kaybı ve şok tablosu ortaya çıkar.

Kalın barsağa radyasyonun etkisi sonucunda sıvı-elektrolit kaybı ve ishale neden olan fonksiyonel bozukluklar ortaya çıkar. Üst gastrointestinal sisteme radyasyonun etkileri olarak kusma, asit ve pepsin sekresyonunda azalma sayılabilir. Farinks ve özefagusu döşeyen epitelin bozulması ise kuruluk, acı hissi ve peteşilere neden olur.

Psikolojik Etkiler

En sık rastlanılan psikolojik etkiler ciddi kaygılar, mahvolmuşluk hissi ve akut stress sendromudur.

Karsinogenez

Radyasyonun stokastik etkilerinin başında gelir. Bu etki istatistiksel olasılık temeline dayanır. Radyasyon ile tümör oluşumu için 1 Gy den az dozdaki radyasyonun kronik alımı önem

arzeder. 100 mGy gamma radyasyona maruz kalmak kanserden ölüm riskini % 0,8 artırmaktadır.

Cilt

Cilt rölatif olarak radyosensitiftir. Ciltte radyobiyojik etkiler alınan toplam doza, doz hızına ve radyasyon kalitesine bağlıdır. Ciltte radyobiyojik etkiler eritem ve geçici epilasyon şeklinde izlenir. Çok yüksek dozlarda kalıcı epilasyon ile vasküler yapı, yağ ve ter bezlerini içeren alt yapının destrüksiyonu olur.

Cildin iyonize radyasyona yanıtı radyasyon dermatiti şeklinde ortaya çıkar. Bu etki alt yapılarda ve bağ dokusunda oluşan hasara bağlı olarak meydana gelir. Cildin radyasyona olan yanıtı şu sıra ile izlenir;

- Başlangıç Eritemi
- Kuru Desquamasyon
- Radyasyon Eritemi (Erythema Proper)
- Islak Desquamasyon
- Nekrozis

Geç Etkiler:

- Kronik Radyodermatit
- Müköz Membranlar

Santral Sinir Sistemi

Genel olarak santral sinir sistemi radyasyonun etkilerine dirençlidir. Beyinde ve sinir sisteminde önemli etkiler oluşması için çok yüksek dozlar gereklidir. Santral sinir sistemini radyasyonun etkilerinden koruyan faktör vasküler yapıdır. Çok yüksek dozlara maruz kalınması halinde beyin damarlarının duvarlarında perforasyonlar ile kapiller dolaşımın bozulması, interstisiyel ödem, menenjit, ensefalit ve kan-beyin bariyeri bozuklukları izlenebilir.

Fetus

Fetusa iyonize radyasyonun dört ana etkisi şu şekilde sıralanabilir;

- Büyüme geriliği,
- Konjenital malformasyonlar,
- Embriyonik, fetal veya neonatal ölüm, ve
- Karsinogenez.

Fetal etkiler rölatif olarak düşük radyasyon dozlarında da görülür. Fetus radyasyonun etkilerine ileri derecede hassastır. Bu etki sadece doza bağlı olmayıp ışınlama sırasındaki gestasyonel yaşa da bağlıdır.

Göz Lensi

Katarakt Oluşumu: Deterministik etkiler direkt doz ile ilişkilidir. Oküler katarakt oluşumu radyasyona maruz kalındıktan 6 ay ila bir kaç yıl süre içinde ortaya çıkabilir. Saptanabilir katarakt oluşumu için başlangıç; akut gama radyasyonu ile 2 Sv, uzamış dozda ise 15 Sv'dir.

Diğer Organlar

Akciğerler

- Radyasyon Pnömonisi: Birkaç bin cGy doz alınmasını takiben 4-6 ay sonra fonksiyonel doku ve damar sisteminin akut inflamatuvar reaksiyonudur.
- Radyasyon Fibrozisi: Yüksek dozdan 6 ay veya yıllar sonra ortaya çıkar ve alveol ile septalarda fibrin toplanması ile karakterizedir.

Kan Damarları

Obliteratif endarterit olarak bilinen endotelial hücrelerin progresif kalınlaşması ve proliferasyonudur.

Böbrekler

3000 cGy dozdan 2-3 yıl sonra nefrosklerozis, nefritis, hipertansiyon ve renal yetmezlik gelişebilmektedir.

Karaciğer

4000 cGy doz alınmasından yıllar sonra hepatitis ve/veya nekrozis izlenebilir.

Tiroid

100-4000 cGy eksternal dozdan aylar sonra hipotiroidizm ortaya çıkabilir. Tiroidin ablasyon dozu internal 50.000 cGy'dir.

TÜM VÜCUT IŞINLANMASI: AKUT SOMATİK SENDROM**Akut Radyasyon Sendromu**

0.7 and 4 Gy arasında radyasyona maruz kalındığında pansitopeni ile karakterize kemik iliği depresyonu oluşur. Radyasyon sonrası 24 saat içinde periferik yaymada değişiklikler görülebilir. En hızlı lenfositler, daha az hızlı lökosit ve trombositler azalır. Enfeksiyona dirençsizlik ve anemi 10 gün ile 6-8 hafta arasında ortaya çıkabilir. 24 saat içinde lenfosit sayısında %50 azalma ciddi radyasyon hasarını gösterir.

Yüksek gama radyasyonu sonrasında (6–8 Gy) birkaç gün-bir hafta kısa latent periyotta ciddi sıvı kaybı, hemoraji ve diare ile gastrointestinal sendrom ortaya çıkar. Sıklıkla kemik iliği depresyonu GIS sendromu ile birlikte. Sıvı ve elektrolit kaybı yerine konulmalı, i.v. besleme solüsyonları verilmeli ve enfeksiyonlara karşı profilaksi uygulanmalıdır.

Nörovasküler sendrom sadece çok yüksek doz akut radyasyon (20–40 Gy) ile ortaya çıkar. Hipotansiyon daha düşük dozlarda görülebilir. Latent periyodu (birkaç saat- birkaç gün arası) çok kısadır. Klinik bulgular koma ve ölüme kadar gidebilir. Epileptik kasılmalar ile kafa içi basıncı artışı olabilir. Hasta mutlaka hospitalize edilmelidir. Mortalite oranı nörovasküler sendromda yüksektir.

Prodromal Faz

Prodromal sendrom radyasyona maruz kalındıktan sonraki ilk 48 saat içindeki semptom ve bulguları kapsar. Prodromal bulgular bulantı, kusma ve ateş ile karakterizedir. Bulantı ve kusma antiemetiklere cevap verir.

Noromusküler semptomlar yorgunluk, apati, kayıtsızlık, terleme, ateş, baş ağrısı ve hipotansiyon olup bunları hipotansif şok izler. Yüksek dozlardan sonra reaksiyon ilk 30 dakika içinde maksimaldir.

Latent Faz

Göreceli olarak semptomsuz olan bu fazın süresi radyasyon dozuna bağlı farklılık gösterir. Kemik iliği depresyonu ortaya çıkana kadar, yani yaklaşık 2-6 hafta sürer.

Aşkar Hastalık Dönemi:

Bu peryotta büyük organ sistemlerinin (kemik iliği, GIS veya nörovasküler sistem gibi) zedelenmesine bağlı klinik semptomlar ortaya çıkar.

Kronik Radyasyon Sendromu

Nöroregulator bozukluklar, orta derecede veya belirgin lökopeni, trombositopeni klinik tabloyu oluşturur. Şiddetli olgularda anemi, GIS mukozasında atrofik değişiklikler, ensefalomyelit, immün depresyona bağlı infeksiyon tabloya eşlik edebilir. Bu sendrom genellikle reaktör kazalarında, yüksek bulaş olan patlama alanı yakınlarında v.b. gibi yüksek dozda ve uzun süreli radyasyona maruz kalan kişilerde görülür.

Klinik semptomlar çok çeşitlidir. Uyku veya iştah kaybı, genel halsizlik, kolay yorulma, artmış heyecanlanım, konsantrasyon kaybı, hafızada azalma, huy değişikliği, vertigo, ataksi, parestezi, baş ağrısı, burun kanaması, titreme, kemik ağrısı, ateş basması olabilir. En sık rastlanılan klinik bulgular ise lokalize kemik-kas gevşekliği, hafif hipotansiyon, tremor, ataksi, asteni, hiperrefleksi, adet gecikmesi, beklenenden az sekonder seks karakterleri olması sıralanabilir. Mide asidi azalması ve distrofik değişiklikler de izlenebilir.

RADYASYONUN GEÇ ETKİLERİ

Değişik dozlardaki radyasyona maruz kaldıktan aylar ve yıllar sonra geç etkileri ortaya çıkar ve hemen hemen her sistemi ve organı tutan bulgularla seyreder. Radyasyon yaralanmasının bazı muhtemel geç etkileri şunlardır;

- Yaşam beklentisinin azalması,
- Kanseri gelişimi,
- Katarakt oluşumu,
- Kronik radyodermatit,
- Üreme fonksiyonlarında azalma ve kısırılık, ile
- Genetik mutasyonlardır.

GENETİK ETKİLER

Genetik etkiler, germ hücrelerinin kromozomlarında veya genlerde mutasyonlar ile sonuçlanan herediter geçişi olan genotipik değişiklikleri tanımlar. Genetik etkiler primer olarak haploid germinal hücreleri kapsar. Etki ışınlanan bireyde değil bu bireyden sonraki nesillerinde ortaya çıkar. Genetik etkinin ortaya çıkması için ışınlanan hücre yaşamalı ve fertilize olmalıdır.

BASINÇ VE ŞOK DALGASINA BAĞLI YARALANMALARDA TEDAVİ

Basınç dalgasının direk etkisi olan yüksek basınca veya basınç dalgasının neden olduğu rüzgarlara bağlı nesnelerin şiddetli fiziksel yer değiştirmelerine (çarpma, parçalanma) bağlıdır. İlaveten bu yaralanmalar, termal ve nükleer radyasyona bağlı yaralanmalar ile komplike olur. Bu nedenle belli bir bölgede nükleer silahlara bağlı ölüm ve yaralanmalar, konvansiyonel silahların neden olduğunun çok üzerindedir.

Bu yaralanmaların tanıları iç organ yaralanmalarına bağlı olarak ortaya çıkabilen kanamalar dışında kolaydır. Vakaların %50'sinde ekstremiteler yaralanmaları görülür. Karın, göğüs ve baş yaralanmaları aynı orandadır. Baş, boyun ve göğüs yaralanmaları en sık ani ölüm nedenidir. Parça tesiri nedeni ile perforasyon tipi yaralanmalar da sık görülür.

Tedavide 3 temel aşama söz konusudur;

- **Resüsitasyon Fazı**

Hasta cerrahi müdahale öncesi resüsite ve stabilize edilmelidir. (Havayolunun açılması, solunumun temini, kaybedilen sıvıların yerine konması ve özellikle boyun omurga kırıklarının sabitleştirilmesi gibi)

- **Cerrahi Faz**

Acil cerrahi müdahaleler geç kalınmadan yapılmalıdır. Bu nedenle hastanın süratle cerrahi müdahale imkanı bulunan bir merkeze nakli gerekir.

- **İyileşme Fazı**

Hayati tehlikeyi atlatan hastalara, gerekli diğer tıbbi tedavilerin (görme, işitme, nörolojik vs ile ilgili sorunlar.) uygulanması.

ISI İLE MEYDANA GELEN (TERMAL) YARALANMALARDA TEDAVİ

Nükleer patlamalar sonrasında en sık karşılaşılan yaralanma tipidir. Yanıkların diğer yaralanmalar ile birlikte olması ve tedavisindeki güçlükler nedeniyle tıbbi yönden yoğun ilgi gerektiren yaralanma şeklidir.

Hastanın klinik seyrini ilgilendirmesi nedeni ile yanıklı hastanın değerlendirilmesinde bazı faktörlerin bilinmesi hayati öneme sahiptir;

- Yanık bölgesinin ve yüzdesinin belirlenmesi. Yanık oranı arttıkça kalıcı hasar gelişmesi ve ölüm oranı artar. Vücut yüzeyinin %20'sini veya daha fazla kaplayan yanıklar, tedaviye rağmen ölümcül olabilir. Bu hastaların ilk 48 saat içerisinde sıvı ve elektrolit gereksinimleri dikkatli hesaplanmalı ve hipovolemik şok önlenmelidir.
- Kritik organların yaralanması:Baş-boyun, solunum yolları, genital bölge, eller gibi organların yaralanması yanığın klinik etkilerinin ciddileşmesine neden olur. Yüzü tutan yanıklar da ödem nedeniyle solunum yollarının tıkanması (obstrüksiyon) açısından önemlidir. Özellikle sıcak gazların inhale edilmesi klinik tabloyu ağırlaştırır ve trakeostomi gereksinimi ortaya çıkabilir. Alveollere kadar ulaşan yanıklarda çok çabuk akciğer ödemi gelişir ve çoğu zaman hasta tahliye edilemeden kaybedilir. Bu tip yanıkların tanı ve tedavisi oldukça güçtür. Ayrıca el ve ayakların yanması, ölümcül olmasa da organ disfonksiyonuna, birçok cerrahi müdahaleye ve uzun süreli hospitalizasyona neden olur.
- Yanığın derinliğinin saptanması;
 - I. Derece yanıklar: Bu yaralanmalar ağrılı olmakla birlikte özel bir tedavi gerektirmez.
 - II. Derece yanıklar: II. derece yanıklar genelde epitelize olmaz ve nedbe dokusu gelişimi ile iyileşirler. Bu durum özellikle kollar ve bacaklarda kontraktürlere yol açarak fonksiyon kaybına neden olur. Ayrıca enfeksiyonlar bu yanıklarda ciddi komplikasyonlara yol açarak tedaviyi güçleştirirler. II. derece yanıklar nükleer yaralanmalar sonrası en sık karşılaşılan yaralanmalardandır.
 - III. Derece yanıklar: Derinin tüm katlarını tutan yanıklardır ve II. derece yanıklardan ağır hissinin bulunmaması ile ayrılırlar. Bunlar da II. derece yanıklar gibi nedbe dokusu ile iyileşirler ve kontraktürlere neden olarak özellikle ekstremitelerde fonksiyon bozukluğu yaratırlar. Yanığın derecesinin erken belirlenmesi tedavinin yönlendirilmesi açısından önem arzeder. Genellikle III. derece yanıklar özel cerrahi yöntemler (Rekonstrüksiyon veya greftleme yöntemleri) ile tedavi edilir.

Yanıklı hasta ile ilk karşılaşıldığında yapılacak işlemler;

- Hava yolunun açılması ve solunumun devamlılığının sağlanması:.
- Sıvı-elektrolit tedavisi: Bu tedavi esnasında bazı uygulamalara dikkat edilmelidir. Bunlar;
 1. Vücut yüzeyi %50 den fazla yanan hastaların sıvı ve elektrolit ihtiyaçları, yanık yüzdesi %50 den az olanlar ile aynı orandadır.
 2. 24 saat içinde maksimum 10 litre sıvı verilebilir.
 3. Sıvının ilk yarısı hızlı verildikten sonra diğer yarısı ve ondan sonraki uygulama üriner çıkışa göre verilmelidir.
 4. İkinci 24 saatte verilecek sıvı ve kolloid miktarı ilk 24 saat içinde verilenin yarısı olacak şekilde uygulanmalıdır. Gerçek oranlar hastanın üriner çıkışı göz önüne alınarak hesaplanmalıdır. Hastanın gerçek sıvı ihtiyacını belirlemede en güvenilir rehber hastanın idrar çıkışıdır.
 5. Üçüncü günden sonra ödem bölgesinden emilen sıvı nedeni ile hastanın sıvı itrahi büyük boyutlara varabilir. Bu sıvı kayıplarını telafi edecek düzeyde sıvı ve elektrolit uygulanması kontrendikedir.
- Sıvı-elektrolit Dengesi
- Yanık bölgesinin temizlenmesi ve debridmanı yapılmalıdır.

TÜM VÜCUT IŞINLANMASINDA BAŞLANGIÇ TEDAVİSİ

- Tedavi edilebilir boyutta radyasyona maruz kalmış kişilerde ilk yaklaşım kanama kontrolü ve enfeksiyonla mücadeledir. Eğer yüksek doz radyasyona maruz kalınmış ise sıvı ve elektrolit kaybına bağlı ölüm insidansı artacağı için bu vakalarda sıvı ve elektrolit dengesinin korunması önemlidir. Eğer bu hastalara uygun tedavi yapılırsa hematolojik toksisiteler ortaya çıkıncaya kadar hayatta kalabilirler.
- Ölümcül dozun altında tüm vücudu radyasyona maruz kalan hastalarda, ilk 2 gün içinde gastrointestinal rahatsızlık bulguları ön plana çıkacaktır. Bulantı ve kusma gidericiler (Antiemetikler, Metoclopropamide, dazopride) şikayetleri azaltsa da mevcut ilaçların önemli yan etkileri vardır. Şiddetli radyasyona bağlı yaralanma olmadıkça bu bulgular ilk gün içinde kaybolur. Fakat gastrointestinal rahatsızlık bulguları devam eden olgularda paranteral sıvı replasmanına başlanması gerekir. Özellikle radyasyona maruz kalmadan sonra ilk 1 saat içinde kanlı diyare başlarsa bu fatal dozda radyasyona maruz kalma işaretidir.
- Nörolojik disfonksiyonu olan ve klinik olarak önemli hipotansiyonu bulunan vakalarda kardiyovasküler destek sağlanmalıdır. Sonunda bu vakaların yaşam beklentisi, vasküler, intestinal ve kemik iliği sorunları nedeni ile uzun olmayacaktır.

KOMBINE YARALANMALARDA TANI VE TEDAVİ

- Travmaya bağlı yaralanmalar öncelikle tedavi edilmelidir. Multiple travmalı hastaya canlandırma prosedürleri uygulanmalı ve hasta stabilize edilmelidir.
- Nükleer kaza veya patlama sonrası birçok hastada, yanık, travma ve radyasyon yaralanması bir arada bulunacaktır. Bu nedenle başlangıçta hastalar öncelikle konvansiyonel yaralanmalar yönünden evaluate edilmelidir. Daha sonra radyasyon yaralanmasına bağlı prodromal semptomlar zemininde hastalar yeniden gruplandırılır. Kombine yaralanmaları olan vakalarda prognoz tek radyasyon hasarına maruz kalanlara göre daha kötüdür. Nükleer patlama sonrası yara iyileşmesinde gecikme ve pansitopeni nedeni ile yaralılarda hayat kurtarıcı rekonstruktif ameliyatlar, ekspoşordan sonraki ilk 36 saat içinde yapılmalıdır.

RADYASYONA BAĞLI YARALANMALARDA TEDAVİ

Radyasyona bağlı yaralanmalar iki türlü oluşur;

- Nükleer patlamanın hemen sonra açığa çıkan yüksek doz radyasyona,
- Nükleer bir silahın patlamasından çok sonra meydana gelen radyoaktif serpinti nedeni ile meydana gelen yüksek dozda radyasyona maruz kalmakla ortaya çıkar.

Tüm vücudun, kısa bir süre için de olsa yüksek doz radyasyona maruz kalması akut radyasyon hastalığına yol açar. Akut radyasyon hastalığının tipik klinik paternini oluşturan üç karakteristik sendrom vardır. Bunlar;

Hematopoetik Sendrom

Bu sendrom ya da kemik iliği depresyonu diğerlerine oranla daha düşük dozlarda meydana gelir ve nükleer bir patlama sonrası en sık görülen radyasyon hastalığıdır. Ayrıca bu sendrom gastrointestinal sendromla kombine olarak sık görülür.

Önce lenfositler ve en geç eritrositlerde depresyon izlenir. Kemik iliğinde hücre üretiminin durması zamanlama açısından farklılık gösterir ve kontrolsüz kanama, enfeksiyonlara yatkınlık ve anemi gibi klinik problemler radyasyona maruz kalmadan 10 gün gibi kısa veya 6-8 hafta gibi geç bir sürede ortaya çıkabilir.

Ortalama olarak klinik problemlerin ortaya çıkma süresi 2 ila 3 haftadır. Genel olarak hematolojik depresyonun şiddeti doza bağlıdır. Bununla birlikte kemik iliği depresyonunun şiddetli fazları çok erken ortaya çıkabileceği gibi kemik iliği depresyonunun ölümcül vakalarında bile bulgular 6. haftaya kadar ortaya çıkmayabilir.

Diğer yaralanmaların bulunması tablonun şiddetini artırır ve maksimum kemik iliği depresyon zamanını hızlandırır. Kemik iliği çalışmaları erken fazda faydalı değildir ve periferik kan sayımı pek katkı sağlamaz. Hücre sayısındaki azalmaları hastalarda kanama bulguları izler ve enfeksiyona yatkınlık meydana gelir. Enfeksiyon gelişirse eş zamanlı inflamatuvar yanıt da deprese olduğu için klinik bulgular silik olabilir.

Kemik iliğinde rejenerasyon olmadıkça hastalar genellikle enfeksiyon ve kanamadan kaybedilir. Radyasyona ölümcül dozlarda maruz kalındığı zaman kemik iliği geri dönüşümsüz olarak hasar görebilir ve kendiliğinden düzelmez.

Gastrointestinal Sendrom

Gastrointestinal sendromun klinik fazı hematopoetik sendromdan önce başlar. Kısa bir latent fazdan sonra karakteristik sıvı kayıpları, hemoraji ve diyare gelişir. Bu durum genelde barsak mukozası ve submukozal damarlarda izlenen hasara bağlıdır. Bu hastalarda periferik kan sayımları saptandığında, kemik iliği depresyonuna bağlı pansitopeni bulgusu saptanabilir. Radyasyon enteropatisinin inflamatuvar kaynaklı olması genelde muhtemel değildir. Bu hastaların tedavileri kemik iliği depresyon derecesi ile ilişkili olarak başarılı bir şekilde yapılabilir.

Nörovasküler Sendrom

Bu sendrom ancak akut yüksek doz radyasyon ile ortaya çıkar. Her ne kadar hipotansiyon düşük dozlarda ortaya çıkabilirse de genelde alt limit 2000cGy dir. Latent peryot birkaç saat ile gün arasında değişir. Takip eden klinik tablo ise genelde bilincin giderek bozulması, koma ve ölümdür. Konvülsiyon izlenmeyebilir. Kafa içi basınç ya çok az yükselir ya da normal sınırlardadır. Bu sendromun gelişmesi için hastanın yüksek doz radyasyona maruz kalması

gerektiği için bu kişiler nükleer patlama bölgesine çok yakındır ve basınç/şok dalgası ve termal radyasyon ile ciddi şekilde yaralanmışlardır. Bu nedenle bu sendrom ile çok az sayıda hasta hastahane gözlem altına alınır.

Tanı genelde klinik tablo ile konulur. Özellikle bu maruz kalma nükleer serpinti nedeni ile oluşmuş ise. bazen radyasyona maruz kalma anemnezi hastadan alınamayabilir. Günümüzde dozimetri, radyasyon hasarının yaygınlığı, hastanın prognozu ve maruz kalma sayısı hakkında yeterli bilgi vermez. Lenfosit düzeyleri radyasyon yaralanmasının varlığını doğrulamak için biyolojik dozimetre olarak kullanılabilir. Bu grup hastalarda öncelikle periferik kan hücre sayımları yapılmalı ve lenfosit sayıları belirlenmelidir. İlk 24 saat içinde alınan kanlara ilaveten takip kanları alınmalı ve kan sayımları karşılaştırılmalıdır. Buna göre;

Lenfosit düzeyleri $1500/\text{mm}^3$ ve daha yukarısı ise hasta muhtemelen tedavi gerektirecek boyutta radyasyona maruz kalmamıştır.

Lenfosit düzeyleri $1000-1500 \text{ mm}^3$ arasında ise maruz kalmadan sonra 3 hafta içinde hastaya orta dereceli depresyon nedeni ile granülosit ve platelet tedavisi uygulamak gerekebilir.

Lenfosit düzeyleri $500-1000 \text{ mm}^3$ arasında ise hastanın şiddetli radyasyon yaralanmasına bağlı tedaviye gereksinimi olacaktır. Hasta maruz kalmadan 2-3 hafta sonra gelişecek kanama ve enfeksiyonların tedavisi için hastaneye yatırılması gerekir.

Lenfosit düzeyleri 500 mm^3 den az ise hasta muhtemelen ölümcül dozda radyasyona maruz kalmıştır. Pansitopenik komplikasyonlar için hastanın hospitalize edilmesi gerekir.

Tespit edilecek düzeyde lenfosit saptanamazsa hasta ölümcül dozun üzerinde radyasyona maruz kalmıştır ve hayatta kalması pek mümkün değildir. Birçok hastanın gastrointestinal ve kardiyovasküler sistemlerinde ciddi hasar meydana gelmiş olup genelde 2 hafta içinde ölüm izlenir.

Diğer rehberler; Kombine yaralanmalarda lenfosit sayıları güvenilir değildir. Çünkü ciddi yanık ve diğer sistem travmaları olan hastalarda lenfopeni sıklıkla gelişir.

Bazen hastalara tanı koymak güçtür ve bu nedenle hastalar sınıflandırılmıştır:

- Radyasyona bağlı yaralanma olasılığı düşük grup; Radyasyon hastalığı ile ilgili semptom ve bulguları olmayan hastalar radyasyon komplikasyonları için minimal risk altındadır.
- Radyasyona bağlı yaralanma olasılığı bulunan hastalar; İştahsızlık, bulantı ve kusma, radyasyon yaralanması ile ilgili primer prodromal semptomlardır. Yanık ve travması bulunmayan hastaların 48 saat içinde lenfosit sayıları belirlenerek radyasyon yaralanmasının tanısı desteklenebilir. Eğer önemli ölçüde radyasyona maruz kaldığına ilişkin bulgular saptanırsa hastalar pansitopenik komplikasyonlar için izlenmelidir.
- Radyasyona bağlı yaralanma olasılığı yüksek grup; Bu grup hastaların genelde lethal dozda radyasyona maruz kaldığı kabul edilir. Hastaların hepsinde bulantı ve kusma vardır. Prodromal fazda kanlı diare, hipotansiyon ve nekrolojik yaralanma bulguları olabilir. Hastalara semptomatik tedavi uygulanmalıdır. Bu grup hastaların tanısında lenfosit analizi gereklidir.

Aşağıdaki semptomlar, tüm vücudu radyasyona maruz kalmış hastalarda genellikle birkaç saat içinde görülür.

- **Bulantı ve kusma;** 100 cGy dozların üzerinde bulantı ve kusma görülme sıklığı artacak şekilde genelde ilk gün içinde görülür. İlk 2 saat içinde başlayan bulantı ve kusmalar genelde şiddetli radyasyona maruz kalma sonucudur. İlk 1 saat içinde kusma diyare ile birlikte ise genellikle maruz kalınan doz fataldir. Bu bulguların geçici olduğu anemnez alırken hatırlanmalıdır.
- **Hipertermi;** Potansiyel olarak lethal dozda radyasyona maruz kalan vakalarda birkaç saat içinde vücut ısısı yükselir.
- **Eritem;** 100 cGy den daha fazla tüm vücut dozu alan vakalarda ekspozurdan sonraki ilk gün içinde eritem gelişir.
- **Hipotansiyon;** Supraletal dozda tüm vücut radyasyonuna maruz kalmış kişilerde kan basıncında anlamlı ve bazen klinik olarak önemli hipotansiyon saptanmıştır. Radyasyon yaralanması sonrası şiddetli hipotansiyon, kötü prognoz ile birlikte dir.
- **Nefrolojik Disfonksiyon;** Tecrübeler radyasyona maruz kalınma sonrası ilk saat içinde santral sinir sistemi bulguları gösteren vakaların ölümcül dozun üzerinde radyasyona maruz kaldığını göstermektedir. Semptomlar, genelde şuur bulanıklığı (mental konfüzyon), konvülsiyonlar ve komadır. Tedaviye dirençli hipotansiyon da bu bulgulara eşlik eder.

EKSTERNAL KONTAMİNASYON

Özellikle nükleer patlamalar ve nükleer reaktör kazalarından sonra eksternal kontaminasyon önem kazanmıştır. Bu durumda hasta giysilerinin hemen çıkarılıp kurşun bölmeye konması, mümkün olan kontamine alanların ve personelin uygun solüsyonlarla yıkanması ve uyarıcı işaretlerin konması ilk yapılması gereken işlemlerdir. Özellikle beta saçan ajanlarla kontaminasyon radyasyon dermatiti ve skara neden olabilir. Aynı risk kontamine hastanın tedavisini yapan sağlık personeli için de geçerlidir. Bu nedenle kontaminasyonu yüksek olasılıklı alanlarda önce uzaktan radyasyon dedektörleri ile hastanın kontaminasyon durumunun tespiti, hastaların bu duruma uygun olarak sınıflandırılması ve koruyucu ekipman giymiş personelce tedavisi çok önemlidir.

İTERNAL KONTAMİNASYON

İnternal kontaminasyon korumasız personelin radyoaktif maddeyi yutması, soluması veya radyoaktif madde ile yaralanması sonucunda oluşur. Kontamine olunan maddenin cinsi hemen tespit edilmeli ve vücuttaki metabolizması, dağıldığı organ sistemleri gözden geçirilmelidir. Diğer önemli bir konu da maddenin eriyebilirliğidir. Eriyebilen maddeler sistemik dolaşıma ve lenf sistemine geçeceğinden tüm vücuda yayılacaklardır. İnsan vücudunda karaciğerin, böbreklerin, kemik ve yağ dokunun radyoaktif maddeleri bağlamak üzere yüksek afiniteleri vardır.

Koruyucu önlemler olarak standart NBC maskesi mutlaka kullanılmalı ve yaralanmaları önlemek üzere cilt elvise ile tamamen kapatılmalıdır.

Tedavi olarak, kontamine olunan radyoaktif maddenin özelliklerine uygun;

- Seyreltici ve bloke edici (iyot ve potasyum preparatları) ajanlar,
- Mobile edici (PTU, metimazol gibi) ve şelat oluşturun (EDTA, DTPA) ajanlar,
- Gastrik lavaj ve emetik ilaçlar,
- Pürgatif, laksatif ve enemalar,
- İyon değiştirici reçineler kullanılabilmektedir.

KİMYASAL SİLAHLAR VE RADYASYON

Hardal gazı ve radyasyon hücresel düzeyde benzer etkiler oluştururlar. Her iki silahın birlikte kullanılması sonucunda ortaya çıkacak etki öldürücü olup olşacak hasar geometrik olarak artacaktır. Böyle bir durumda öncelikle kimyasal silahın etkileri bertaraf edilmeli, daha sonra radyasyon hasarı gözden geçirilmelidir.

Nükleer ve kimyasal silahların birlikte kullanılması ile elde edilecek kombine etki ler üzerinde çalışmalar sürmekte olup radyasyon muhtemelen kişinin epileptik atak geçirme eşiğini düşürecektir.

BİYOLOJİK SİLAHLAR VE RADYASYON

Radyasyonun immün sistem üzerindeki baskılayıcı etkisi kullanılarak biyolojik silahların etkinliği artırılabilir. Bu surette kullanılan ajan patojen miktarlarından da tasarruf edilebilir.

Yine aynı mekanizma ile canlı virüs aşılarının koruyuculuğu ortadan kalkacak, aşıli personel dissemine enfeksiyon ile karşı karşıya kalacaktır.

NÜKLEER SİLAHLARDAN KORUNMA

• Saldırıdan Önce

1. Pasif Savunma (Kamuflej, Gizleme, Dağıtma)
2. Sığınak/Siper
3. Standart NBC Ekipmanı bulundurmak
4. Zırhlı Araç, Miğfer, Emniyet Kemerli kullanımı
5. Bireysel uyarı ve raporlar
6. EMP ye karşı anten kullanımını sınırlamak, elektronik cihazları kapatmak
7. NBC Savunma Tatbikatları yapmak

• Saldırı Sırasında

1. Nükleer Saldırı Uyarısı/Alarmı
2. Nükleer saldırıyı ve şeklini tespit etmek, öncelikli etkilere karşı önlem almak
3. Pencereleri ve havalandırmayı kapatmak
4. Vücudun açıkta kalan yerlerini örtmek

• Saldırı Sonrasında

1. Uyarı ve uyarı işaretlerine uymak
2. Nükleer dekontaminasyon yapmak
3. Radyoaktif kontaminasyonu taramak, kontrol etmek
4. Kontamine alanlardan uzaklaşmak
5. Sığınak ve siperlerden çıkmamak
6. Yiyecek ve ekipmanı serpinti radyasyondan korumak üzere örtülü tutmak

BİYOLOJİK SİLAHLAR VE ETKİLERİ

İnsan, hayvan ve bitkilerde ölüm veya hasar meydana getirmek için kullanılan mikroorganizmalar veya mikroorganizma toksinleriyle yapılan savaş biyolojik savaştır. Biyolojik savaş amacıyla kullanılan mikroorganizmalar ve bunların bir ürünü olan toksinlerin elde edilmesi, depolanması ve kullanılmaları ucuz olmasına karşılık etkilerinden korunmak ve tedavi pahalı ve zordur. Bu silahları etkisiz hale getirecek kesin bir önlem pratik olarak yoktur. Etkenler genellikle aerosol şeklinde kullanılır, solunum yolu ile alındıklarında çok küçük dozlarda bile ağır seyirli, mortalitesi yüksek klinik tablolar oluştururlar. Biyolojik savaş ajanlarının genel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Biyolojik silahlar canlı ve cansız değişik maddelerden oluşan toksinler ve mikroorganizmalardır.

2. Bu geniş dağılım sonucu, canlılar üzerinde ortaya çıkabilecek hasarlar da çok çeşitli olmaktadır:
3. Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların bir kısmı ani bir etki göstererek, hızla etkilerini kaybederler. Ancak tersine bazı tip ajanların ortamda yıllarca kalabilme özelliği mevcuttur.
4. Biyolojik ajanlar için depolama ve kullanma kolaylığı bulunmaktadır.
5. Biyolojik silahların kullanıldıkları bölgede asker-sivil veya dost-düşman ayırımı yapmayacakları kesindir. Bu nedenle etkilenebilecek kitlelerin büyüklüğünü ve yapısını önceden belirlemek mümkün olmayacak, saldırgan taraf için de tehdit oluşturabilecektir.
6. Uluslararası güven artırıcı önlemlerin de bu silah türü için çok etkili bir yol olmadığı açıktır.
7. Biyolojik Silahlar'ın üretimi, depolanması ve kullanımı diğer kitle imha silahları ile karşılaştırıldığında hem çok ucuz, hem de çok kolaydır.
8. Biyolojik maddeler ve toksinler günümüz teknolojisinde çok hızlı bir değişim göstermektedirler.
9. Biyolojik Silahların hedefe varması da diğer silahlara göre üstünlük taşımaktadır.
10. Biyolojik ajanların kullanılıp kullanılmadıklarının saptanması çok zordur.

NBC SAVAŞINDA KULLANILABİLECEK BİYOLOJİK AJANLAR

Bu amaç ile kullanılabilecek etkenler, A, B, C olmak üzere üç kategori altında toplanmıştır. Kategori A' da incelenen biyolojik ajanlar, ulusal güvenliği tehdit edecek riske sahip mikroorganizmaları içerir. Kolay yayılırlar, mortalitesi yüksek tablolara yol açarlar, sosyal panik ve çöküntüye neden olurlar. Korunma için özel çaba gerektirirler. Bu gruba giren ajanlar: Bacillus Anthracis, Yersinia Pestis, Clostridium Botulinum, Francisella Tularensis, Çiçek virüsü, Filovirüsler (Ebola-Marburg hemorajik ateşi), Arenavirüslerdir (Lassa, Arjantin hemorajik ateşi). Kategori B'deki biyolojik savaş etkenlerinin yayılımları orta derecededir, ağır hastalık oluşturmazlar ve ölüm oranları düşüktür. Bu gruptaki etkenler ise; Coxiella Burnetii, Brucella türleri, Burkholderia Mallei, Alfavirüsler (Venezuela At Ensefaliti, Batı ve Doğu At ensefalomiyeliti), Clostridium Perfringens (e toksin), Staphylococcus Aureus (enterotoksin B), Salmonella türleri, Shigella Dysenteriae, Escherichia Ccoli (O157:H7, EHEC), V.Cholerae, Cryptosporidium Parvumdur. Kategori C'de bulunan etkenler kitleye yayılabilirler ve tedavilerinde güçlüklerle karşılaşılır. Bu gruptaki etkenler ise; Mycobacterium Tuberculosis, Hantaan virus, Sarı humma virüsüdür.

KORUNMA VE ÖNLEMLER:

- **Haberalma Ve Bilgi-Teknoloji Değişimi:** Kullanılabilecek ajan spektrumunun çok geniş olması, karşı tarafın neyi ürettiğinin ve depoladığının iyi bilinmesini gerektirir. Dost birlik ve kitleleri “neye” karşı ve “ne zaman” bağışıklayacağımızı bilmemiz, bu haberalma ve değişim çalışmaları ile olasıdır. NATO ülkeleri arasında aşı üretimi ve temini konusunda dayanışma çalışmaları mevcuttur.
- **Karantina:** Biyolojik Savaş süreci sadece gerçek anlamda savaş zamanını kapsamaz. Ülkeler ve devletler ekonomik alanda rakip gördükleri ülkelerin flora ve faunasına (bitki ve hayvan topluluklarına) barış süresi içinde de gizli olarak müdahale edebilirler. Bu nedenle birçok ülke (özellikle ABD, Yeni Zelanda, İngiltere, Avusturalya) çok sıkı bir karantina politikası izlerler.
- **Erken Tanı, Tedavi Ve Sağlık Organizasyonu:** Biyolojik Savaş Ajanlarının kullanılması durumunda çok geniş bir etyolojik dağılım gösteren mikroorganizma ve toksinlerden hangisinin kullanıldığını, çok hızlı bir şekilde belirlemeye gerek duyulmaktadır. Birçok hastanede ve özellikle askeri/yarı askeri ve sivil hastanelerde uygulanan “mass-call” (masif kitlelerin acil olarak, ciddi rahatsızlık ve yaralanmalarla hastane/hastanelere müracaat

etmeleri) tatbikatlarının yapılmıyor olması örgütlenme eğitiminin eksik tarafıdır. Bunun yanısıra ambulans ve tiryaj (ayırım) hizmetleri tatbikatlarının da barış şartları içinde yapılması gerekmektedir.

- **Karantina Ve İzolasyon:** İnfeksiyonun niteliğine göre hava, temas ve atıkların izolasyonu gerekebilir. Pahalı yöntemlerden daha çok pratik, kolay uygulanabilir ve ucuz yöntemler seçilmelidir. Savaşan birliklerin izole edilmesi ise son derece güçtür. Gerek kimyasal gerekse biyolojik etkenlerden korunmak için NATO tarafından standart olarak kabul edilmiş giysiler mevcuttur. Ancak bu giysilerin ülke içinde üretilmesi ve depolanması gereklidir.

- **Bağışıklama:** Patojen ajanların çokluğu da, pratik olarak etkili bir aşılama çalışmasının yapılmasını olanaksız hale getirir. Bir diğer taraftan bir kısım ajan için (özellikle genetik olarak manipule edilenler) etkili bir aşı bulunmamaktadır. Aşılar ve serumlar oldukça stratejik öneme sahip biyolojik aktif ürünlerdir. Ülke içinde üretilmeleri ve üretim teknolojilerinin de kendimizce bilinmesi gereklidir.

KİMYASAL SİLAHLAR VE ETKİLERİ

Kimyasal ajanlar; fizyolojik etkileri nedeni ile canlı kitleleri çok kısa süre içerisinde öldürme ,ağır yaralama ve kapasitelerini bozma niteliği taşıyan toksik maddelerdir. Ayrıca düşmanın besin kaynaklarını kontamine ederek güçsüz düşürmek, askeri ve sivil ekipmanı kullanmak zorunda bırakmak, teröre ve paniğe sebep olmak amacı ile kullanılırlar. Normal çevresel koşullarda katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Kimyasal yapıları, taşınma ve yayılmasına yetecek kadar stabildir.

Kimyasal ajanların vücuda giriş yolları değişiktir. Buhar, gaz ve aerosoller halinde; burun, ağız mukozası ve akciğerlerden absorbe edilirken , sıvı damlacıklar ve katı partiküller deri ve muköz membranlardan absorbe olur. Gözler bu ajanlara doğrudan maruz kalırlar.

Kimyasal Ajanların Sınıflandırılması:

1-Sinir Ajanları: Tabun (GA),Sarin(GB), Soman(GD) ve Vx sinir ajanları olup, fosforik asit esteridirler. Asetil kolin esteraz enziminin güçlü inhibitörüdürler. Kaynama noktaları yüksek, berrak, renksiz sıvı yapısındadırlar. Merkezi sinir sistemini aşırı stimule etmesi nedeni ile belirtiler ortaya çıkar. Sinir gazına maruz kalmış kişide tedavi yaklaşımı belli basamakları içerir: dekontaminasyon, ventilasyon desteği, antidot tedavisi (Atropin sülfat,Pralidoksim) ve destek tedavisidir (Diazem).

2-Yakıcı Ajanlar:(Mustard, Azotlu Mustard, Lewisit) Soğuk iklimde uzun etkilidirler. Hardal, turp ve sarımsak benzeri keskin koku verir. Hücre DNA'sı ve protein yapısını bozarak etkisini gösterir. Blister oluşumuna yol açtığı için Blistering Agent olarakta anılır. Mustartın antidotu yoktur. Yapılacak başlıca işlem 2 dakika gibi kısa bir sürede dekontaminasyondur. Lewisit başka bir vesikan ajandır. Saf halde renksiz, kokusuz yağsı bir sıvıdır.Semptomları hardal gazı gibidir. Tedavi için antidot BAL (Dimerkaprol) IM veya lokal göz merhemi uygulanır.

3-Akciğer İrritanları:(Fosgen, Difosgen, Klor, Klorpikrin) Etkileri geç ortaya çıkar (en az 4 saat). Terminal bronşöller ve alveoler memranda yapısal bütünlük bozulur ve pulmoner ödem tablosu gelişebilir. Dispne, bronkospazm, masif pulmoner ödem yüksek dozda hemen gelişir. Antidotu yoktur. Hasta sedatize edilir. Aerosol veya steroid verilebilir. Solunum desteği sağlanır ve akciğer fibrosisi gelişimi açısından takip edilir.

4- Sistemik Zehirler:(Hidrojen Siyanür, Hidrojen Klorür, Hidrojen Sülfür) Etkisi hemen ortaya çıkar, öldürücülüğü oldukça yüksektir. Sitokrom oksidaz (a3) ile kompleks oluşturarak O₂ nin kullanımını engeller. Baş dönmesi, bulantı, kusma, halsizlik ve şuur kaybı görülür. Yüksek dozda birkaç saniyede konvulsyon, 1-2 dakikada solunum ve kardiyak arrest gelişir. Derhal %100 O₂ verilir, antidot tedavisi uygulanır. Sağ kalan bilinçsiz, apneli ve konvulsiyon halindeki hastaya Amil Nitrit + Sodyum Nitrit + Sodyum Tiyosulfat antidotu kullanılır.

5-Kapasite Bozucu Ajanlar (BZ,LSD)

6-Kargaşa Kontrol Ajanları (CN,CS,CR,DM)

7-Bitki Öldürücü Ajanlar (2,4-d-Kakodilik asit)

Kimyasal savaşta alınacak önlemler; etkenin tanımlanması için deteksiyon, etkilerin azaltılması için koruyucu önlemler, bireysel korunma, dekontaminasyon ve bunlara ilaveten etkene yönelik olarak uygulanacak spesifik tedavi ile yaralının genel durumu için uygulanacak destek tedavi şeklinde özetlenebilir.

Sonuç olarak yapılarından, etki mekanizmalarından da anlaşılabilceği gibi kitlesel imha silahları olarak NBC silahları günümüzdeki en etkili silahlar olarak kabul edilirler. Özellikle biyolojik ve kimyasal silahların maliyetinin de son derece düşük olması nedeniyle üretiminin kolaylığını ve buna bağlı olarak ta kontrol etmekteki zorluğu beraberinde getirmektedir. Böyle bir gücün kontrolsüz ve kötü amaçlarla kullanımının ciddi can kayıplarına ve yaralanmalara neden olacağı aşikardır. Ayrıca bu tip silahların ne zaman kullanılacağıda genellikle önceden belirlenememektedir. Bu nedenle de gerek savaş ortamında gerekse barış ortamında her zaman böyle bir potansiyel tehlike ile birlikte yaşayacağımızı unutmamak gerekir.

ACİL SAĞLIK HİZMETLERİNDE NBC AJANLARINDAN KORUNMA VE YARALI DEKONTAMİNASYONU

Ydr.Doç.Tbp.Yb. Barbaros BAYKAL
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı

NBC ortamında görev yapacak sağlık personelinin ilk dikkat etmesi gerekli konu kendisini koruma gerekliliğidir. Kitlesele bir yaralanmanın olduğı ortamda sağlık personelinin de NBC ajanlarından etkileneerek devre dışı kalması, yaralanmış personelin hem ilk yardım hem de daha sonraki bakımları konusunda sıkıntı yaratacaktır. Bu nedenle her kademedeki sağlık personelinin, her türlü NBC ajanlarına karşı gerekli önlemleri alması gerekmektedir.

Alınacak önlemler saldırı öncesi, saldırı sırasında ve saldırı sonrası önlemler olarak sınıflandırılabilir. Saldırı öncesi dönemde personelin eğitilmiş olması, görevin gerektirdiğı koruyucu duruma uygun giyinmesi, alınan istihbarata göre gerekli aşılarda yapılması, piridostigmin gibi bazı ilaçların alınması, profilaktik antibiyotik alımı sayılabilir. Saldırı sırasında ve bunu izleyen süre içerisinde en önemli konu koruyucu ekipmanın özellikle koruyucu elbise ve maskenin kullanımıdır. Biyolojik ajanlardan korunmada el yıkama, hijyen kurallarına uyma, alan sanitasyonu ve vücudun fiziksel olarak iyi koşullarda tutulması da önemli yer tutar. Nükleer patlamalar sonrası ise tiroid bezinin zarar görmesini önlemek amacı ile potasyum iyodür tabletleri kullanılabilir. Saldırı sonrası kirlili ve temiz alanlar arasında geçişlerin kontrol altına alınması ve gerekli güvenlik önlemlerinin alınmış olması gereklidir. Saldırı nedeni ile hastane kapasitesinin aşılabileceğı durumlar için uygun afet planlarının yapılmış olması ve bu planların güncel tutulması konuları önem taşır.

Açık yaralardan özellikle kimyasal ajanların emilimlerinin artması nedeni ile yaralıların dekontaminasyonu önem arzeder. Unutulmaması gereken nokta ciddi açık yaraları olan kişilerin de dekontamine edilmeleri gerekliliğidir. Ancak bu tür dekontaminasyonların tecrübeli kişiler tarafından yapılması uygun olur.

16 MAYIS 2003

2. OTURUM

NBC ORTAMINDA HALK SAĞLIĞI YAKLAŞIMI

Oturum Başkanı: Prof.Tbp.Yb. Metin HASDE

Saat: 11:00-12:15

NBC Ortamında Epidemiyolojik Analizler
ve Verilerin Değerlendirilmesi

Yrd.Doç.Dz.Tbp.Bnb.
Tayfun KIR

Koruyucu Sağlık Hizmetlerinde NBC'ye
Özel Yaklaşımlar

Prof.Dr. Remzi AYGÜN

NBC Tehdidine Toplumsal Hazırlık ve
Toplum Eğitiminde Güncel Yaklaşımlar

Prof.Dr. Çağatay GÜLER

NBC ORTAMINDA EPİDEMİYOLOJİK ANALİZLER VE VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yrd.Doç.Dz.Tbp.Bnb. Tayfun KIR
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Halk Sağlığı AD

Burada NBC kavramı kullanılsa da temel epidemiyolojik yaklaşımı biyolojik ajanlarla yapılması muhtemel saldırı üzerinden değerlendireceğiz.

Silah olarak kullanılan bir ajanın yıkıcı etkilerine karşı koyabilmek için biyolojik ajanların temel epidemiyolojik prensiplerini anlamalıyız. Biyolojik aja genellikle genetik olarak müdahale edilmiş, bilinen aşı ve ilaçlara dirençli, oldukça bulaşıcı ve binlerce insanı tehdit edebilecek organizmalar olarak tanımlanır.

Bir biyolojik silah kullanımına bağlı salgında yapılacaklar normal bir salgın incelemesi ile aynıdır. Ancak şüphe varsa prosedürler çok daha hızlı ilerlemelidir.

Ayırıcı Tanı:

Eğer biyolojik savaş veya biyoterörizm için tehdit ortamı varsa herhangi bir salgın küçük veya büyük olsun potansiyel bir biyolojik saldırı olarak değerlendirilmelidir. Bu şekilde değerlendirme çok fazla zaman ve maliyet kaybına yol açmaz. Çünkü sonuçta yapılacak şey salgın incelemesidir. Bu salgına biyolojik saldırı demek için salgınla ilgili yeterli gösterge ve alışılmadık durum olması gerekmektedir. Bu durumda ayırıcı tanıda ilk olarak biyolojik atak dikkate alınmalıdır.

Diğer olasılıklar bilinen bir hastalık salgını, yeni veya tekrar ortaya çıkan bir hastalık salgını, laboratuvar kazası olabilirler. Epidemiyolojik araçlar bunları ayırmada yardım edebilir.

Hastalığın ya da ortaya çıkan alışılmadık bir durumun nedeninin belirlemek oldukça zordur; özellikle de vaka sayısı az ise. Sadece alışılmadık yüksek hastalık hızları değil aynı zamanda alışılmadık hastalıklar da dikkat çekmelidir. Örneğin; sadece tek bir akciğer şarbonu vakası.

Birinci basamak sağlık çalışanları ilk vakalara tanıklık edebilir. Ya da bir hastanenin laboratuvar personelinin dikkatini alışılmadık mikroorganizma türleri çekebilir. Ya da bölgede çalışan epidemiolog olayın farkına varabilir. Normalin üzerinde antibiyotik tüketimi eczacıların dikkatini çekebilir. Böyle bir durumda epidemiyolojik veriler aktif ve agrezif bir şekilde takip edilmelidir ve bunu hızlı bir yanıt takip etmelidir.

Epidemiyolojik Yaklaşım:

Temel epidemiyolojik yaklaşım şudur:

Biyoterörizm veya biyolojik savaş kaynaklı potansiyel biyolojik saldırının değerlendirilmesi herhangi bir salgının değerlendirilmesinde kullanılan standart epidemiyolojik araştırmadan farklı değildir.

Birinci basamak gerçekten bir salgın olup olmadığını ortaya koymaktır. Etkilenen sayısını ve atak hızını hesaplamak için vaka tanımlaması yapılmalıdır. Doğru vaka tanımlaması için objektif kriterler geliştirilmelidir. Özellikle olayın histerisine kapılanların hesaplamaların dışında tutulması önemlidir.

Geçmiş yıllardaki hızlarla salgın karşılaştırarak salgın tanısı konulduktan ve atak hızı ile vaka sayıları hesaplandıktan sonra kişi, yer ve zaman özellikleri bağlamında olay tanımlanmalıdır.

Salgın Eğrisi:

Salgın süresince toplanıp bir araya getirilen veriler ile salgın eğrisi hesaplanabilir. Hastalığın süreci doğal bir salgın ile kasıtlı bir salgını ayırmada önemlidir. Doğal bir salgında hasta sayısı kademeli bir şekilde giderek artar. Sonra insanların tamamının hasta olması veya bağışık hale geçmesi ile giderek azalır. Biyolojik saldırıda ise genellikle noktasal bir kaynak vardır ve herkes aynı zamanda etkene maruz kalmıştır. Burada salgın eğrisi günler hatta saatler içinde tepe noktasına ulaşır ve keskin bir şekilde birden inişe geçer. Ancak bu kesin bir ayırım olarak kullanılamaz. Çünkü gıda kaynaklı salgınlar da benzer şekilde eğri çizerler.

Eğer özel bir grup etkene maruz kalmışsa Salgın eğrisi kullanılarak muhtemel kuluçka süresi hesaplanabilir. Bu da hastalık etkenini belirlemede yardımcı olur. Eğer kuluçka süresi beklenenden kısa ise bu etkenin biyolojik silah olması yönünde bir ipucudur. Yine sekonder atak hızı hesaplanarak alınan önlemlerin etkinliği kontrol edilebilir.

Epidemiyolojik İpuçları:

Keskin salgın eğrisi noktasal kaynaklı maruziyetlerde de görülmekle birlikte bunun biyolojik atak olup olmadığı konusunda diğer özelliklerin araştırılması gerekmektedir. Aşağıdaki ipuçlarının hiçbirisi tek başına biyolojik saldırıyı kanıtlamaz; ancak, beraber değerlendirildiklerinde ileri araştırma için dikkatimiz çeker.

1. Beklenenden çok daha fazla vakaya yol açan büyük bir salgının ortaya çıkması. Özellikle de belirli bir populasyonda.
2. Bilinen bir patojen ile beklenenden daha ciddi hastalık tablosunun ortaya çıkması. Ya da alışılmadık bulaşma yolu ile bulaşmanın beklenenden çok fazla olması. Örneğin; Rusya'da Sverdlosk'da kaza sonucu aerosol B. Anthracis sporlarının solunum yolu ile çok sayıda kişiye bulaşması.
3. Normal coğrafi yayılım alanının dışında, beklenenden farklı mevsimde, etkeni taşıması gereken vektörün yokluğunda hastalığın ortaya çıkması.
4. Farklı hastalıkların aynı zamanda salgın yapması.
5. Normalde zoonoz yapması beklenen etkenin insanda salgın yapması.
6. Alışılmadık mikroorganizma şusları ve varyantları ya da alışılmadık antimikrobiyal direncin gözlenmesi.
7. Bazı alanlarda daha yüksek atak hızlarının görülmesi.
8. Düşmanın belirli ajanlara ulaştığı konusunda istihbarat bilgisi.
9. Biyolojik ajan kullanılacağı konusunda teröristler tarafında iddiada bulunulması.
10. Ajanın atıldığına dair doğrudan delillerin bulunması.

Yukarıdaki delillerden birden fazlası bulunsa bile biyolojik bir saldırı ya da kasıtlı bir bulaştırma durumunu ortaya koymak aylar alabilir. Tüm bu zorluklara rağmen sağlık personeli hastalıkları ve ölümleri önlemek için bu konularda bilgilendirilmelidir.

Hipotez Geliştirme Görüşmeleri:

Hipotez geliştirmek için araştırmayı yürütenler ilk çıkan vakalarla görüşürler. Eğer etken belirlenmemiş ise salgını daha iyi tanımlamak için klinik duruma ve maruziyete yönelik açıklayıcı ve detaylı bir şekilde sorgulama yaparlar. Eğer etken belirlenmiş ise maruziyeti ve hastalığı sorgularlar. Elde edilen verilerle olay aydınlatılmaya çalışılır.

Vakaların Tanımlanması:

İlk veriler kullanılarak hastalık için bir vaka tanımlaması yapılmalıdır. Bu hangi vakaların dahil edileceği, hangilerinin değerlendirme dışı bırakılacağını ortaya koymak için önemlidir.

Vakaların Bulunması:

Vakaların bulunması; duruma göre araştırmacılar, acil servisler, birinci basamak sağlık kuruluşlar, hastaneler ve laboratuvarlar tarafından yapılır.

Vaka Görüşmeleri:

Vaka görüşmelerinde tek tip soru formu kullanılır. Bu da hipotez geliştirme görüşmeleri ile şekillendirilir. Amaç, maruziyet kaynağını tespit etmektir.

Verilerin Değerlendirilmesi:

Verilerin değerlendirilmesinin amacı; sağlık otoritelerine ve karar vericilere kontrol önlemlerini alabilmeleri için zamanında ve kapsamlı bilgi sağlamaktır. Elde edilen veriler kullanarak şunların ortaya konmasında kullanılır.

- Salgının büyüklüğü ve dağılımı,
- Maruziyetin zaman, yer ve şekli
- Etkilenen personelin demografik özellikleri
- Maruziyet araçları
- Risk altındaki kişiler

Temasın İzlenmesi:

Eğer hastalık kişiden kişiye bulaşıyorsa temasın izlenmesi gerekir. Buradan elde edilen tüm veriler de analiz için kullanılan veritabanına eklenmelidir.

KORUYUCU SAĞLIK HİZMETLERİ NBC'YE ÖZEL YAKLAŞIMLAR

Prof.Dr.Remzi AYGÜN
Gazi.Ü.Tıp.Fak. Halk Sağ. A.D.

Sağlık izmetleri koruyucu ve tedavi edici sağlık hizmetleri olarak, birbirinden ayrılmaz iki kısım olarak ele alınabilir.

Koruyucu Sağlık Hizmetlerinde Temel Yaklaşım

- Birincil Koruma
- İkincil Koruma
- Üçüncül Koruma olarak sınıflandırılabilir.

Sağlık planlayıcıları tarafından, sağlığı bozacak herhangi bir etkene karşı

- Önceden alınacak önlemler
- Olay sırasında yapılacak işler
- Sonra yapılacak işler planlanmalıdır.

Sorunun Olası Etkilerini:

- Nerede?
- Ne zaman?
- Kimde?
- Nasıl?
- sorularına alınacak yanıtlara göre değerlendirebiliriz

NBC savunmasında;

- Birincil Koruma (Etkeni yok etmek) Tümünden mümkün değil, zor; kullanımı önlenmeli
- İkincil Koruma (Erken tanı ve tedavi ile kötüye gidişi durdurmak) İyi bir eğitim ve örgütlenme ile mümkün
- Üçüncül Koruma (Hastalığın tekrarı ve komplikasyonlarını önlemek, rehabilitasyon)

Uzun süren bir hizmete hazırlıkla başılır

Olayın olası boyutlarını belirleyenler:

- Nerede? (Kır, kent, nüfus yoğunluğu v.b.su, toprak, hava)
- Ne zaman? (Olayın gece ya da gündüz oluşu sonuçlarını da etkiler. Yine iklim koşulları düşünülürse coğrafik özellikler belirleyici olur)
- Kimde? (Etkilenen nüfusun özellikleri; yaş, cins, eğitim v.b.)
- Nasıl? (Etkenin topluma hangi yöntemle verildiği; gıda, su, hava v.b.)

Alınacak Önlemler

Önceden alınacak önlemler

- Bu tür yöntemlerle savaşın önlenmesi,
- Yerleşim yeri planlaması aşamasında su, alt yapı v.b. Düzenlemeleri,
- Konut ve diğer binaların proje ve yapımlarında getirilecek zorunluluklar (sığınak, su deposu v.b.),
- Bilinen etkinliği test edilmiş bağışıklama uygulamaları,
- Geneli koruyucu araç ve gereçlerin yapımı, dağıtımı ve kullanılmasının eğitimi,
- Sağlık hizmetlerinin planlanması ve hizmete hazır tutulması.

Olay Sırasında Yapılacaklar

- Etkenin belirlenmesi (ölçüm, kanıt),

- Etkilenenlerin bakımı, tedavisi,
- Eldeki bilgilere göre topluma gerekli bilgi, araç ve gerecin ulaştırılması.
- Olayın toplumsal boyutlarının belirlenmesi,
- Etkilenenlerin Rehabilitasyonu,
- Sürekli izlem ve ele geçen bilgilerin değerlendirilmesi,
- Toplumun-yöneticilerin eğitimi, benzer bir olayın tekrarının önlenmesi.

Toplum Açısından Yapılacak İşler

- Haberleşme, bilgi, teknoloji izleme
- Verileri düzenli toplayarak EPİDEMİYOLOJİK değerlendirme ile karar vermek
- Erken tanı-Tedavi için sağlık örgütlenmesi
- Yeterli vakit varsa bağışıklama
- EĞİTİM

NBC TEHDİDİNE TOPLUMSAL HAZIRLIK

Prof. Dr. Çağatay Güler
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Halk Sağlığı A.D. Bşk.lığı

Toplumda en sık görülen, en çok öldüren ve en çok sakat bırakan her türlü sorun halk sağlığı uygulamalarının temel konusudur. Bu nedenle söz konusu özelliği taşıyan her alanda halk sağlığı sorumluları ön saftadır. Koruyucu hekimlik öncelikli yaklaşım nedeniyle toplumu savunmaya yönelik her türlü planın içerisinde doğrudan halk sağlığı sorumlularının da bulunması gerekmektedir.

Gelişmiş ülkelerde son yıllardaki kimyasal ve biyolojik tehdit bunlara karşı yapılacak uygulamalarda halk sağlığının önemini ortaya çıkarmıştır. Sonuçta normal koşullardaki halk sağlığı alt yapısının kritik dönemlerde ne kadar önemli hale geldiği de görülmektedir. Halk sağlığıyla ilgili uygulamalardan sorumlu tüm birimlerin sürdürmekte olduğu görevler zaten doğrudan ve dolaylı olarak NBC etkilenimleriyle doğrudan ve dolaylı olarak ilgili uygulamalardır. Eğer bir ülke nükleer-biyolojik ve kimyasal tehdide karşı sistemi alarm durumuna geçirmek yerine ayrı bir kriz yönetimi çabası içerisine girme zorunluluğu hissediyorsa halk sağlığı alt yapısıyla ilgili önemli sorunları vardır. Bu durumda halk sağlığı ile ilgili hizmetleri sürdürmekte olan birimlerin hizmet yetersizlikleri söz konusudur. Burada özellikleri ve kullanıma koşulları nedeniyle daha çok kimyasal ve biyolojik silahlar üzerinde durulacaktır. Halk sağlığına yönelik hizmet etkin olarak sürdürülmekte ise söz konusu silahlarla ilgili bir endişe olduğunda olayın önemine göre değişik derecelerde alarm durumuna geçilmesi yeterli olacaktır.

Günümüzde savaş zamanı kullanılmaya yönelik olarak geliştirilmiş olan kimyasal ve biyolojik silahların çoğu panik, korku, yaratmak, kamuoyunun ilgisini çekmek, tepki oluşturmak ve kaosa yönelik olarak kullanılır hale geldi. (1, 2) CDC silah haline getirilmiş kimyasal ve biyolojik etkenlerin en tehlikeli halk sağlığı risklerinden biri olduğunu belirtmektedir. (3)

1972 tarihli Biyolojik ve Toksik Silahlar Konvansiyonuna rağmen bunlar üretilmeye devam edilmektedir((4, 5) Gelişmiş ülkelerde sivillerce silahların kullanımını azaltmaya yönelik yasal düzenlemeler yapılmaktadır (6)

Toplumun kitlesel olarak etkilenmesine yol açabilecek bu gibi saldırıların önlenmesi ve etkisinin azaltılması çabaları askeri, resmi ve halk sağlığı görevlilerinin temel işlevlerinden biri haline gelmiştir. (7)

Biyolojik silahlar:

Bu silahlar kolayca yapılabilen, kullanılması için karmaşık mekanizma ve araçlara gerek bulunmamaktadır. (4, 8). İlaçlama uçağı, parfüm atomizerleri gibi basit araçlarla uygulanabilir. (2, 4) Kimyasal silahların aksine saatler ve günlerle değişen bir latent etki dönemi vardır (1) Biyolojik silahlarla yayılan hastalığın başlangıçta tanısı zordur. Enfeksiyöz etkenlerin meydana getirdiği etki spektrumu çok geniştir ve bitkinlikten ve halsizlikten ölüme kadar değişir. İleri derecede bulaşıcı özellik taşıyan çiçek ve veba gibi hastalıklarda söz konusu gecikme diğerlerinin ikincil bulaşımına olanak sağlamakta, mikrobun bulaşıcılığına göre kısa sürede geniş bir coğrafi bölgeye yayılım gösterebilmektedir. Biyolojik silah etkeni

olarak seçilen mikroorganizmalar bulaşıcılığı yüksek, enfektivite dozu düşük özellik taşımaktadır. Üremesi ve yayılması kolaydır. Söz konusu etkenlerin depolanması ve özelliklerini yitirmeksizin saklanabilmeleri kolaydır. Güneş ışığı, sıcaklık değişiklikleri, nem, hava koşulları gibi çevresel etmenlere dirençli suşlar geliştirilmekte, saklanma koşullarında söz konusu etkenlerden kolayca korunabilmektedir. Aseptomatik kişilerin kolayca yolculuk yapabilmesi hastalığın her tarafa yayılmasına da neden olabilir. (9) Bu etkenler tedaviye dirençlidir. Biyolojik silahlarda bir kilogramlık bir etken kütlesi binlerce kişiyi öldürebilir. Silahı geliştiren ülkeler genellikle kendi ülkelerini koruyacak bağışıklama yöntem ve araçlarını da geliştirmektedir.

Biyolojik silahlar yüz binlerce kişiyi öldürebilme kapasitesine sahiptir. ABD de Oregon'da 1984 yılında yerel seçimleri ertelemek üzere salata barlara yayılan salmonella etkeni 750 kişinin hastalanmasına yol açmıştır. (10, 11) Sovyetler Birliğinde Sverdlovsk'ta Nisan 1979 da kaza sonucu antraks basilinin yayılması 50 km uzaklığa kadar yayılan kitlesel bir enfeksiyona yol açmış ve belgelenen 66 ölüme yol açmıştır (10, 12, 13)

Toksinler

Biyolojik etkenlerden elde edilen toksinler kimyasal etkenlerin karakteristik özelliklerine sahiptir ve etkilenimden sonra saatler içerisinde bulgu vermektedir. Bunlar enfeksiyöz değildir. Botulinus toksini Clostridium Botulinum'dan elde edilmektedir ve ileri derecede güçlüdür. Sarine göre 100 000 kez daha toksiktir (8, 14) Etkilenimden sonraki 1-3 gün içerisinde, kurbanlarda kranyal sinir bozuklukları, bunu izleyen desendan paralizi ve solunum yetmezliği göstermektedir.

Stapylococcus aureus'un enterotoksini ileri derecede letal olmasa bile kapasite düşürücü etkiye sahiptir özellikle çok küçük yaştakilerle ileri yaştakileri etkilemektedir. Bu toksinin yaptığı etki ileri derecede ishale ve aşırı sıvı kaybı nedeniyle şoka neden olmaktadır. (14)

Risin ve aflatoksin bitkisel kaynaklı toksinlerdir. Risin Ricinus communis (keneotu) (15)tohumundan elde edilmektedir ve kemoterapi etkeni olarak geliştirilmiş bir maddedir (16). Ancak suikastlarda da kullanılmıştır. (2). Risinin inhalasyonu 24 saat içerisinde bitkinlik, ateş, öksürük ve pulmoner ödem gelişmesine yol açmakta, ileri derecede kusma ve ishal, 36-72 saat içerisinde gelişen hipoksemi nedeniyle ölümlerle sonuçlanmaktadır. (8) Ağızdan alındığında ileri derecede kusma ve ishale yola açan risin kardiyovasküler kollapsa neden olmaktadır. Antidodu yoktur ve tedavi sadece destekleyicidir.

Kimyasal silahlar:

Tokyo metrosuna 1995 yılında sinir gazı sarinin atılması dünyanın ilgisini sivil toplum bireylerine yönelik olarak kullanılabilecek kimyasal ve biyolojik silahlar üzerine çekmiştir. Sinir gazının bu amaçlı kullanımına bağlı olarak 5000 yetişkin ve çocuk etkilenirken 12 ölüm olmuştur. (7) Aynı yıl California da Disneyland parkında klor gazı kullanımına yönelik çabayı farkına varılarak engellendi.

Bütün kimyasal maddeler kolay sentez edilebilen, bomba, füze vb gibi karmaşık araçlar gerektirmeyen, etkisini hemen gösteren maddelerdir (9, 17) Sinir gazlarının 1 mg ı yetişkinde letal olan ileri derecede toksik maddelerdir (18-20) Çoğu ileri derecede volatildir, kısa sürede kurbanların soluyabileceği bir gaz bulutu oluşturmaktadır. Sarin volatil olmasının yanı sıra, sudan 4, 86 kez daha fazla bir buhar dansitesine sahiptir, yere yakın olarak bulunduğundan çocuklarca daha kolay solunabilir özelliktedir.

Kimyasal –biyolojik silahların etkileme yolları ve başlıca sorunlar:

Kimyasal silah etkileniminin fark edilmesi kolaydır. Toplumda birden bire saatler, günler içinde ortaya çıkan bir hastalık insidans artımı, ulusal ve uluslararası bir salgın söz konusu olmadan nonspesifik üst solunum yolu enfeksiyonu salgını belirtileri, beklenmeyen dönemlerde endemik hastalıkların artması, yaygın olmayan ve biyolojik silah olarak geliştirildiğinden kuşkulanan etkenlere bağlı hastalıkların ortaya çıkması, kapalı devre havalandırma sistemleri bulunanların daha az etkilenmesi, hayvanlarda ve bitkilerde atipik hastalıkların artması, endemik olmayan böcek tiplerinin görülmesi, endemik bazı böcek tiplerinde ani artım biyolojik silahlardan kuşkulandırılmalıdır. (21)

Kimyasal biyolojik silahlar solunum sistemi, gastrointestinal sistem, konjktiva ve deri yoluyla etkileyecek şekilde geliştirilmektedir. (8, 18, 19). Ekenler antraks ve çiçekte olduğu gibi havadan solunum yoluyla alınabildiği gibi, klorda olduğu gibi akciğer zedelenmesi yapabilir veya siyanürlerde olduğu gibi emilerek sistemik etki yapabilmektedir. Aerosol etkenler vesikan yada korozif etki gibi deri zedelenmelerine yol açmaktadır. VX ve diğer sinir etkenleri gibi deriden emilerek sistemik etki yapabilecek aerosoller olarak ta geliştirilebilmektedir (18)

Kontamine su ve yiyeceklerin yenilmesi bir diğer önemli etkilenim yoludur. Birçok biyolojik etken bu yolla etkili bir biçimde girmektedir. Sözgelimi 100 Shigella Dysenteriae etkeni ileri derecede şiddetli bakterisel enterite neden olabilmektedir (22)

Dikkat edilirse bu silahlarla ilgili tüm etkilenim biçim ve özellikleri çevresel kirleticilerin etkileme yol ve biçimleriyle aynıdır.

Kimyasal ve biyolojik silahların neden olduğu erken bulgu ve belirtileri çoğu kez sağlık personelinde ayırt edilememektedir. Sözgelimi sinir gazlarına hafif derecede etkilenimde sadece bulantı, kusma ve bitkinlik ortaya çıkabilmektedir. Birçok biyolojik etken başlangıçta enfeksiyon ve nezleyle yol açabilir. Bu durum sağlık personelinde tanınmalarını güçleştirebilir. Nonspesifik özellikleri nedeniyle yaygın solunum yolu hastalıkları ya da endemik gastrointestinal sağlık sorunları ile karıştırılabilir.

Başlangıçta hatalı antibiyotik kullanımı dirençli suşların ortaya çıkmasını da kolaylaştırabilecektir.

Kimyasal biyolojik silahların etkisiyle ilgili olarak eldeki kaynakların etkin değerlendirilmesi çok büyük önem taşımaktadır. Etkin değerlendirme söz konusu kaynakların iyi bilinmesine bağlıdır. (1, 23). Birçok ülkede konuyla ilgili yeni mevzuat düzenlemeleri yapılırken, uygulama modelinin geliştirilmesi amacıyla örnek uygulama bölgeleri seçilmiştir (4). Kimyasal ve biyolojik silah olayı söz konusu olduğunda acil cevap mekanizması geliştirilmesi yönünde çabalar da artmaktadır (1, 24). Hekimler, hemşireler, hastane öncesi personel diğer uzmanlaşmış personelden oluşan ekipler oluşturulması amaçlanmaktadır. Savunma, enerji, ulaşım, tarım, sağlık ve toplumsal hizmetlerden sorumlu resmi kuruluşların yakın işbirliği içerisinde olmasının gereği anlaşılmıştır (25).

1996 Olimpiyatlarında gerek antibiyotik ve antidot stoku; gerekse alınan diğer önlemler öngörülme ve kaynakların etkin biçimde harekete geçirilmesinin çok büyük güvence sağlayabileceğini göstermektedir. (3) Ancak New York'ta kimyasal silahlara yönelik bir

tatbikatta ilk yanıtta sorumlu personel görev bölgelerine koruyucu kıyafetleri olmaksızın giderken, kendilerini toksin, hastalık riski, ölüm ve başkalarına bulaştırma riskine atıyorlardı (25).

Kimyasal biyolojik silahlara toplumsal düzeyde planlama lokal sağlık kaynaklarının geliştirilmesiyle başlamaktadır (20, 23, 24, 26-28) Kimyasal saldırılarda klinik etkiler dakikalar ve saatler içerisinde çıkmaktadır, bütün hastane öncesi personelin kontamine bölgelerin tanınması, koruyucu giyeceklerin giyilmesi ve donanımın kullanılması, hastaların öncelik durumlarına göre gruplandırılarak taşınması (triajı), ve alan dekontaminasyon teknikleri konusunda eğitilmesi gerekmektedir (1) Koruyucu donanım hazır olmalı, gerekli lojistik sağlanmalıdır. (11) Sağlık personeli ve diğer hastaların zarar görmemesi için yapılması gerekenler önceden bilinmelidir. Bu hazırlıklar içerisinde ters ventilasyon izolasyon alanları ve ayrı ve korunmuş su kaynaklarına bağlı dekontaminasyon duşları öngörülmelidir.

Kimyasal biyolojik olaylardan sonra antidotlar, aşılar, antibiyotikler ve diğer farmasötik maddeler anahtar rol oynamaktadır. Tüm çabalara rağmen depolanan maddeler yeterli olmayabilir (1, 23) Antraks gibi bazı hastalıklar açısından çocuk bulaşıklaması değerlendirilmemiştir. Birçok durumda çocuk dozlarının belirlenmesiyle ilgili güçlükler olabilir. Kimi durumlarda tetrasiklinlerde olduğu gibi öncelikli seçilmesi önerilen antibiyotikler çocuklara uygun olmayabilir.

Yerel sağlık birimleri ve etkin çalışıyorsa zehir kontrol merkezleri önemli bir toplum kaynağı oluşturmaktadır. Zehir kontrol merkezleri toksikolojik bilgilendirme merkezleri olarak yarar sağlayabilir. Bu yolla toplum bireyleri ve sağlık personeline gerekli bilgi desteği yapılabilir. (29, 30) Antidot ve dekontaminasyon stratejileriyle ilgili bilgi zehirlenme merkezleri, polis ve kamuya yayılabilir (29)

Daha sonraki dönem için çevrenin rehabilitasyon açısından değerlendirilmesi, kurbanların mental sağlık değerlendirmeleri ve uzun süreli epidemiyolojik değerlendirmeleri yapabilecek ekiplerin bulunması gerekmektedir (3) Kimyasal biyolojik olaylarda psikososyal sekelle ilgili olarak pratisyenler, başta pediatristler, (31-34) dahiliyeciler, aile hekimleri ve halk sağlığı uzmanları olmak üzere öncelikli uzmanların konuyla ilgili meslek içi eğitimine ağırlık verilmelidir. Sağlık bakım personeline kriz nedenli psikolojik bozuklukların giderilmesi için stres yönetim stratejileri yarar sağlayabilir (2, 27, 34-36)

Kimyasal ve biyolojik saldırıların çevresel sonuçları:

Kimyasal ve biyolojik toksin salınımının çevresel etkileri nükleer serpentininki ile karşılaştırılabilir özelliktedir. Etkenle bağlı olmak üzere yerel bölgeler günler aylarca tekrar yerleşilebilir olma özelliğini yitirirler. Antraks örneğinde bakteri spor oluşturabildiği için toprakta 30 yıl süreyle kalabilmektedir. (8, 37) VX gibi viskoz etkenler de çevrede önemli boyutta dirence sahiptir ve yol açtığı alan kirliliği nedeniyle ailelerin evlerine dönmesini engelleyebilmektedir (25)

Kimyasal ve biyolojik silahlarda halk sağlığı önlemleri

Halk sağlığı uygulamalarının en önemli özelliği yerel düzeyde başlayarak il, ve ülke çapında bir sistemi gerektirmesidir. Hastalıkların önlenmesinden, çevre kirliliğini izlemek ve çevre sağlığı sorunlarını çözmekle görevli personel, tanı ve değerlendirme laboratuvarları, temel halk sağlığı ile ilgili koruyucu hekimlik uygulamalarını sürdüren birim ve kuruluşlar nükleer, biyolojik ve kimyasal silahlar yada etkilenimle ilgili olarak ta en önemli alt yapıyı oluşturur.

Gelişmiş ülkelerde son zamanlarda yapılan tüm değerlendirmeler halk sağlığı uygulamalarıyla ilgili zayıf noktaların en önemli müdahale noktaları olduğu sonucuna varmaktadırlar (38) Gelişmiş ülkelerin çoğunda “halk sağlığı alt yapısının” kamu tarafından bilinmediği belirtilmektedir. (38) Çoğu kişi acil servislerdeki yada hastanelerdeki hekimin ortaya çıkacak sağlık sorunlarının çözümüne yönelik hazırlanmasının yeterli olacağını sanmaktadır. Oysa kimyasal biyolojik nükleer bir savaşta ilk cevap verecek olan halk sağlığı görevlileridir.

Nitekim bazı kaynaklarda konuyla ilgili olarak topluma “epidemioloji biliminin hastalıkların kaynağını ve yayılış özelliklerini belirleme sanatı olduğu, onların detektif gibi çalışmaları; çevre sağlığı uzmanlarının var olan çevresel koşullardaki olumsuz değişimleri izleyerek zamanında farkına varma ve kaynağını belirlemekle görevli olduklarını” açıklama gereği duymaktadır (38) Halk sağlığı hizmetlerinden sorumlu olanlar toplumu nükleer, kimyasal ve biyolojik kirlenme konusunda bilgilendirmek, eğitmek ve gerektiğinde etkin şekilde kendilerini ve çevrelerini koruyabilecek şekilde donatmakla görevlidirler. (39) Birçok çevresel riskle ilgili olarak sağlık personelinin yapması gerekenler ve konuyla ilgili temel yaklaşımlar incelendiğinde sürdürülmesi gereken hizmetin afet durumlarında yapılacaklardan önemli oranda farklılık göstermediği kolayca görülebilir (39, 40)

Halk sağlığı hizmetinden sorumlu birimlerin görevi toplumdaki sorunların belirlenmesine yönelik olarak sağlık durumunun izlenmesi, sağlık sorunlarının tanısının konulması ve araştırılması; toplumun sağlıklı ve güçlü tutulması için gerekli bilginin oluşturulması ve yayılmasının sağlanması olarak sıralanmaktadır (38)

“Korunma” kavramının toplum bilincine yerleşmediği toplumlarda NBC ye yönelik önlemler önemli güçlüklerle karşılaşacaktır.

ABD de CDC ve “National Association of County and City Health Officials” (NACCHO) 1999 yılında bir sağlık tehdidi veya biyoterörist acil durumla ilgili olarak bildirim etkinliğini değerlendiren yayınlanmamış çalışmada CDC nin e-postalarının ancak %35 inin başarılı bir biçimde iletilindiği görüldü. 1999 yılında yerel sağlık yetkili kurumlarının eyalet sağlık yetkilileri, CDC ve hekimlerin ancak %45 i başarılı bir faks bildirimi yapabilmişlerdir. Yine aynı yılda yerel sağlık yetkililerinin yarısından azı yüksek hızda e-posta iletimine sahipti ve %20 sinin e-posta olanağı yoktu. (9) Hiçbir hastane acil servisi insan vücudunda toksik kimyasalları geniş bir spektrumda belirleyebilecek kapasiteye sahip olmadığı gibi bunu yapabilecek eyalet laboratuvar sayısı da çok azdı. Atlanta’daki CDC’de bulunan tek laboratuvar insanlarda ayrıntılı kimyasal tarama yapabilecek kapasitede idi. ABD de ölümlerin %70 inden sorumlu olan kronik hastalık ölümleri ve bunlarla ilintili çevresel etkilenimle bağlantı kurulmasını sağlayacak ulusal çapta herhangi bir izleme sisteminin bulunmadığı ortaya çıktı. (9)

Halk sağlığı uygulamalarının tüm seviyelerinde eğitimli profesyonel işgücü, daha etkin ve uygun donanımlı bölgesel laboratuvarlar, yeterli ve etkin bilgilendirme ve iletişim sistemi, çevresel hastalık ve etkilenimlerin izlenmesi en büyük önemi taşımaktadır.

Söz konusu durumun gelişmekte olan ülkelerde daha ileri derecede olacağı açıktır. Çok değişik bakanlıkların halk sağlığı ve özellikle çevre sağlığı değerlendirmelerine yönelik laboratuvar açmaları salında ülkenin nükleer biyolojik silahlara hazır olma potansiyelini azaltmaktadır.

Halk sağlığı uygulamalarında temel ilke “erken tanı yada belirleme ve uzun erimli hazırlık” tır. Burada en temel uygulama halk sağlığı alt yapısının güçlendirilmesidir. Bu alt yapıda eğitim, araştırma ve eğitimli bir toplum yaratılması başta gelmektedir. Temel amaç halk sağlığı açısından önemli olan sorunların belirlenmesi, karşılanması ve önlenmesidir.

Sağlık bakım hizmetlerine ulaşılabilirlik (ilaç ve aşı dahil) en önemli alt yapı faktörlerinden biridir. Sağlık personelinin konuyla ilgili tanı ve müdahale konusunda eğitilmiş olması gerekmektedir. Toplumun mental sağlık gereksinimlerinin karşılanmasına yönelik önlemler de alınmış olmalıdır.

Kamu sağlık birimleri arasında rol, ilişki ve sorumlulukların iyi tanımlanması, hizmet ikilemlerinin ve yetki çatışmalarının önlenmesi gerekmektedir.

Söz konusu etkilere yönelik sağlık ve mental sağlıkla ilgili verilenin toplanması ve değerlendirilmesi, sonuca uygun inisiyatif kullanımına yönelik düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Kamunun hatalı bilgilenmesini önleyecek, yetkili kurumlara güvenini artıracak sistem kurulmalıdır. Yetkili kurumlara güveni azaltacak her türlü etmen göz önüne alınarak gerekli önleyici önlemler alınmalıdır.

Sağlık personelinin sürekli eğitiminde konuya ağırlıklı olarak yer verilmelidir. Aşı, antibiyotik, antitod ve diğer kaynakların kullanımına yönelik bir rehber geliştirilmelidir. Ayrıca sağlık personeline yönelik bir el kitabı da hazırlanmalıdır.

Konuyla ilgili toplum eğitimi:

Kriz dönemlerine yakın eğitim çabaları abartılı korku yada duyarsızlaşma sonucuna götürmektedir. Kriz döneminde farklı söylemler, akademik yarıntı tartışmaların toplum önünde yapılması yarardan çok zarar vermektedir. Toplum eğitiminde mesaj farklılıkları katılımı yavaşlatmakta kimi zaman duyarsızlaşmaya neden olmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde basın konuya diğer olaylardaki sansasyonel yaklaşımıyla eğilmektedir. Gelişmiş ülkelerde basın toplumsal olaylarda birikime dayanan teknik bir yaklaşım sergilemekte ve alınması gereken önlemlerde yol gösterici olabilmektedir. (38, 41-46) Bizde bu birikimi sağlayacak bir yaklaşım söz konusu değildir. Daha çok poplarizme dayanan, sansasyonel basın anlayışı, yetkisiz kişilerin kamuoyunu ve politik sorumluları yanlış yönlendirmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle medya yöneticilerinin kriz zamanından önce etkin biçimde aydınlatılmaları gerçek bir medya katkısının sağlanması açısından çok büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Henderson DA. The looming threat of bioterrorism. *Science*. 1999;283:1279-1282
2. Simon JD. Biological terrorism: preparing to meet the threat. *JAMA*. 1997;278:428-430
3. Sharp TW, Breenan RJ, Keim M, Williams RJ, Eitzen E, Lillibridge S. Medical preparedness for a terrorist incident involving chemical or biological agents during the 1996 Atlanta Olympic games. *Ann Emerg Med*. 1998;32:214-223
4. Danzig R, Berkowsky PB. Why should we be concerned about biological warfare? *JAMA*. 1997;278:431-432
5. Christopher GW, Cieslak TJ, Pavlin JA, Eitzen EM Jr. Biological warfare: a historical perspective. *JAMA*. 1997;278:412-417
6. Ferguson JR. Biological weapons and US law. *JAMA*. 1997;278:357-360
7. American Academy of Pediatrics, Policy Statement: ["Chemical-Biological Terrorism and Its Impact on Children: A Subject Review"](#) *Pediatrics* 105(3); March 2000
8. US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases. Medical Management of Biological Casualties. Fort Detrick, Frederick, MD: US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases; 1998
9. -. www.naccho.org/files/documents/BT_CentersReport.pdf, 18. 04. 2003.
10. Slater MS, Trunkey DD. Terrorism in America: an evolving threat. *Arch Surg*. 1997;132:1059-1066
11. Torok TJ, Tauxe RV, Wise RP, et al. A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *JAMA*. 1997;278:389-395
12. Meselson M, Guillemin J, Hugh-Jones M, et al. The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*. 1994;266:1202-1208
13. Pile JC, Malone JD, Eitzen EM, Friedlander AM. Anthrax as a potential biological warfare agent. *Arch Intern Med*. 1998;158:429-434
14. Franz DR, Jahrling PB, Friedlander AM, et al. Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. *JAMA*. 1997;278:399-411
15. Kunkel DB, Braitberg G. Poisonous plants. In: Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF, eds. *Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose*. 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1998:375-385
16. Lynch TJ, Lambert JM, Coral F, et al. Immunotoxin therapy of small-cell lung cancer: a phase I study of N901-blocked ricin. *J Clin Oncol*. 1997;15:723-734
17. US Army Medical Research Institute of Chemical Defense. Medical Management of Chemical Casualties Handbook. Aberdeen Proving Ground, MD: US Army; 1998
18. US Army Medical Research Institute of Chemical Defense. Field Management of Chemical Casualties Handbook. Aberdeen Proving Ground, MD: US Army; 1998
19. US Army Medical Research Institute of Chemical Defense. Medical Management of Chemical Casualties. Aberdeen Proving Ground, MD: US Army; 1996
20. Dunn MA, Sidell FR. Progress in medical defense against nerve agents. *JAMA*. 1989;262:649-652
21. Bioterrorism Readiness Plan: A Template for Healthcare Facilities, APIC Bioterrorism Task Force, CDC Hospital Infections Program Bioterrorism Working Group, 1999
22. Kolavic SA, Kimura A, Simons SL, Slutsker L, Barth S, Haley CE. An outbreak of *Shigella dysenteriae* type 2 among laboratory workers due to intentional food contamination. *JAMA*. 1997;278:396-398
23. Steffen R, Mellin J, Woodall JP, et al. Preparation for emergency relief after biological warfare. *J Infect*. 1997;34:127-132
24. Stephenson J. Pentagon-funded research takes aim at agents of biological warfare. *JAMA*. 1997;278:373-375
25. Tucker JB. National Health and Medical Services response to incidents of chemical and biological terrorism. *JAMA*. 1997;278:362-368
26. Keim M, Kaufmann AF. Principles for emergency response to bioterrorism. *Ann Emerg Med*. 1999;34:177-182
27. Richards CF, Burstein JL, Waeckerle JF, Hutson HR. Emergency physicians and biological terrorism. *Ann Emerg Med*. 1999;34:183-190
28. Brennan RJ, Waeckerle JF, Sharp TW, Lillibridge SR. Chemical warfare agents: emergency medical and emergency public health issues. *Ann Emerg Med*. 1999;34:191-204

29. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, part 1: community emergency response. *Acad Emerg Med*. 1998;5:613-617
30. Pons P, Dart RC. Chemical incidents in the emergency department: if and when. *Ann Emerg Med*. 1999;34:223-225
31. Pynoos R, Goenjian AK, Steinberg AM. Public mental health approach to the postdisaster treatment of children/adolescents. *Child Adolesc Psychiatr Clin North Am*. 1998;7:195-210
32. American Academy of Pediatrics, Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health. How pediatricians can respond to the psychosocial implications of disasters. *Pediatrics*. 1999;103:521-523
33. Mandalakas A, Torjesen K, Olness K, eds. *Helping the Children: A Practical Handbook for Complex Humanitarian Emergencies*. Kenyon, MN: Health Frontiers; 1999
34. Flynn BW. Psychological aspects of disaster. *Renal Failure*. 1997;19:611-620
35. Burgess JL, Kirk M, Borron SW, Cisek J. Emergency department hazardous materials protocol for contaminated patients. *Ann Emerg Med*. 1999;34:205-212
36. Burkle FM Jr. Acute phase mental health consequence of disaster: implications for triage and emergency medical services. *Ann Emerg Med*. 1996;28:119-128
37. Inglesby TV, Henderson DA, Bartlett JG, et al. Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. Working Group on Civilian Biodefense. *JAMA*. 1999;281:1735-1745
38. Pittsburgh Post-Gazette, [Op-Ed: "Public Health is National Defense"](#), October 28, 2001
39. Güler, Ç. Çobanoğlu, Z. Çevresel ve Biyolojik İzleme ve Değerlendirme, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 7, Tc Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-55-1, Ankara 1994.
40. Güler, Ç. , Çobanoğlu, Z. Dış Ortam Hava Kirlenmesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 8, Tc Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-56-X, Ankara 1994.
41. The New York Times, Letter to the Editor: ["Health Care's Future"](#), November 12, 2001
42. The Las Vegas Sun, Editorial: ["National Database for Health"](#), November 5, 2001
43. The New York Times, ["Struggling to Reach a Consensus on Getting Ready for Bioterrorism"](#), November 5, 2001
44. The New York Times, ["Assessing Risks. Chemical, Biological, Even Nuclear"](#), November 1, 2001
45. Las Vegas Sun, ["Health Officials Call for National Disease Database"](#), November 1, 2001
46. San Antonio Express-News, [Editorial: "Health Tracking System Can Fight Bioterrorism"](#), November 1, 2001.

16 MAYIS 2003

2. OTURUM

NBC SAVUNMASINDA ULUSAL DÜZEYDE PLANLAMALAR

Oturum Başkanı: Doç.Hv.Tbp.Kd.Alb. Ömer AZAL

Saat: 13:30-14:45

Ülke Çapında Planlamalar İçin Hedefler ve
Kısıtlılıklar

Uz.Tbp.Kd.Yzb.
Cengiz Han AÇIKEL

Sağlık Bakanlığı'nın NBC Savunması
Stratejileri

Dr.Tacettin KAKİLLİOĞLU

NBC Ataklarında Sivil Savunma Faaliyetleri

Svl.Sav.Uz.Turhan GENÇ

NBC SAVUNMASINDA ÜLKE ÇAPINDA PLANLAMALAR İÇİN HEDEFLER VE KISITLILIKLAR

Cengiz Han AÇIKEL
Uzm.Tbp.Kd.Yzb.
TSK Sağlık Komutanlığı

Dünya üzerinde savaşlar sürekli devam etmekte, bu savaşlarda kullanılan silahlar sürekli değişmektedir. Birleşmiş Milletler kayıtları yıllar ilerledikçe savaşlarda asker kayıplarının azaldığını, sivil kayıpların ise arttığını göstermektedir.

Savaşlar dışında NBC silahlarının, (Özellikle biyolojik ve kimyasal ajanların) devletlerin inisiyatifi dışında kullanılması olasılığı da bulunmaktadır. Bu silahların terör maksatlı kullanıma olan elverişlilikleri, tüm ülkenin ve bütün nüfusun risk altında olduğunun değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Kitle imha silahlarının savaşlarda kullanılma hedefleri;

1. Stratejik:

- a. Politik yenilgiye zorlamak,
- b. Sonuç müzakerelerini yönlendirmek,
- c. Son çabaları sarf etmek.

2. Harekata yönelik:

- a. Alt yapı ve kaynakları kullanılmaz hale getirmek,
- b. Kritik noktaları kullanılmaz hale getirmek,
- c. Sivil desteği imha etmek, Tıbbi sistemleri kilitlemek,
- d. Mücadele sırasını ve zamanlamasını bozmak.

3. Taktik:

- a. Düşman taarruzlarını kırmak,
- b. Dost taarruzları kolaylaştırmak,
- c. Güçleri yönlendirmek,
- d. Muharebe sahasını biçimlendirmek olarak sıralanabilir.

Kitle imha silahlarının bunlara ilave olarak terörist eylemlerde,

1. Ülkelerin savunma güçlerini zayıflatmak,
2. Kaynakların olumlu kullanılmasını engellemek,
3. Halkta korku ve paniğe yol açmak,
4. Tıbbi sistemlerin işlerliğini bozmak maksatlarıyla kullanılabilirler.

Her iki kullanım maksadını birlikte gözden geçirilecek olursa, tehditin cephe gerisine kadar uzadığı ve bütün kesimlere sorumluluk yüklediği açıkça görülebilir. Şu ana kadar yapılan sunumlardan da anlaşıldığı üzere NBC savunması, çok sayıda kurumun, koordineli bir şekilde çalışmasını ve sektörlerarası işbirliğini zorunlu kılmaktadır. Bu hususta yapılacak hazırlıklarda bütün ilgili makamların katılımı ve tüm ülkeye yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

NBC Savunması Faaliyetleri Niçin Ülke Çapında Yapılmalıdır:

1. NBC saldırıları sadece cephede vuku bulmayabilir. Siviller de askerler kadar risk altındadır.
2. Biyolojik ve kimyasal silahlar özellikleri nedeniyle, büyük terörist eylemlerde kullanılmaya elverişlidirler. Terörist eylemlerin yeri ve zamanı hakkında fikir sahibi olmak güçtür.
3. Biyolojik silahlar için sekonder kontaminasyon riski mevcuttur. Taarruzun yapıldığı yerden çok uzaklarda salgınlar oluşabilir, hastalık çok geniş bir alana kısa sürede yayılabilir.
4. NBC savunmasında bir çok kurumun görevi bulunması bunların koordinesini zorunlu hale getirmektedir. Yerel düzeyde yapılacak koordinenin üzerinde, ulual düzeyde palalamalar yapılmalıdır.
5. NBC savunmasının caydırıcılık gibi bir çok unsuru ulusal politika olarak icra edilmek zorundadır.
6. risk büyük ve yayılma eğiliminde, kaynaklar kısıtlıdır. Mevcut kaynakların en uygun şekilde dağıtılması ve kullanılması gereklidir.

NBC Savunmasında Ulusal Çaptaki Hedefler:

1. Konuyla ilgili tüm kurumların planlamalarda yer almaları ve yükümlülüklerini yerine getirmeleri,
2. Tüm ülkeyi kapsayacak bir alarm, ikaz ve değerlendirme sistemi yapılandırılması,
3. Taarruz anında tam işbirliğini sağlayacak planların önceden hazırlanması ve koordinasyon şeklinin belirlenmesi,
4. Tedarik faaliyetlerinde standartın sağlanması, kaynak israfının önlenmesi,
5. Bilgi birikiminin azami düzeyde paylaşılmasının sağlanması, "Araştırma ve Geliştirme" faaliyetlerinin teşvik edilmesi,
6. Aynı işlerin farklı kurumlarda tekrar tekrar yapılmasının önlenerek, iş gücü kaybının önüne geçilmesi,

Ulusal Çapta Planlamalar Yapılmasının Kısıtlılıkları:

1. Bütün faaliyetleri koordine edecek makamın bulunmaması, çok başlılık,
2. Bürokratik yapılanma,
3. Standartlar belirlense dahi tedarikte yaşanacak zorluklar,
4. Kurumlar arası iletişim eksiklikleri
5. Bir çok alanda otomasyon faaliyetlerinin halen devam etmesi,

SAĞLIK BAKANLIĞI'NIN NBC SAVUNMASI STRATEJİLERİ

Dr. Tacettin KAKİLLİOĞLU
Sağlık Bakanlığı
Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Bilindiği üzere nükleer,biyolojik ve kimyasal silahların kullanımı sonucunda oluşabilecek kötü durum benzer felaketlerden farklı bir önem arz etmektedir. Bu tür silahlarla muamele sonucu oluşan kirlilikle mücadele ve sivil halkın korunması çalışmaları kaynak israfını ve olası bir durumda koordinasyonu ve işbirliğini kolaylaştırması ayrıca vakit kaybını da önlemesi bakımından multidisipliner bir organizasyon ve planlamaya ihtiyaç duymaktadır

NBC tehdidine karşı yapılacak savunmada Sağlık Bakanlığı'nın mevcut durumu şöyledir:

1- MEVCUT YASAL DURUM: Bu konuda yayımlanmış NBC ile ilgili doğrudan bir yasal düzenleme bulunmamakla beraber 2941 sayılı Seferberlik ve Savaş Hali Kanunu ve 90/500 sayılı Seferberlik ve Savaş Hali Tüzüğü esaslarına göre hazırlanan 09 MART 1999 tarih ve MGKGENSEK : 1210-7-99/TSHB. (Pl. Ve Koor.) sayılı Seferberlik ve Savaş Hali Hazırlıkları Direktifi uyarınca Bakanlığımızca yapılması gereken Özel Planlar bulunmaktadır.

Bu planlar:

- a)** Bakanlık Sağlık Teşkilatı ile Bünyesinde Sağlık Teşkilatı Bulunan Diğer Bakanlık, Üniversite, Vakıf, Kurum, Özel Sektörün ve Silahlı Kuvvetlerin İLAÇ İhtiyaçlarının Tespiti, Tedariki,Depolanması ve Dağıtım Planı.
- b)** Bakanlık Sağlık Teşkilatı ile Bünyesinde Sağlık Teşkilatı Bulunan Diğer Bakanlık, Üniversite,Vakıf,Kurum,Özel Sektörün ve Silahlı Kuvvetlerin TIBBİ MALZEME İhtiyaçlarının Tespiti,Tedariki, Depolanması ve Dağıtım Planı.
- c)** Personel Planı ve Sağlık Personeli Yetiştirme ve Tedarik Planı.
- d)** Halkın ve Silahlı Kuvvetlerin AŞI VE SERUM İhtiyaçlarının Tespiti, Tedariki, Depolanması ve Dağıtım Planı.
- e)** Kimyasal Silahların Tesirine ve Radyasyona Maruz Kalacak İnsanların Tedavisi Planı.
- f)** Sağlık Bakanlığına ve Diğer Bakanlıklara Bağlı Hastaneler ile (MSB hariç) Üniversite, Vakıf, Kurum ve Özel Sektöre ait Hastanelerde Silahlı Kuvvetlere ve Halka Yatak Tahsis Planı.
- g)** Silahlı Kuvvetlerin ve Halkın Kan İhtiyacının Tespiti, Tedariki, Depolanması ve Dağıtım Planı.
- h)** İlgili mevzuatla verilen ve ayrıca alarm tedbirlerinin gerektirdiği hizmetlerden kaynaklanan diğer plan ve hazırlıklar. (gerekliyorsa)

Seferberlik ve Savaş Hazırlıkları Planlamaları, hükümet otoritesinin ve devlete olan güvenin devamlılığının sağlanması ve Silahlı Kuvvetler ve kamu kurum ve kuruluşları ile görev verilen özel sektör kuruluşları ve halka ait ihtiyaçların zamanında ve yeterli seviyede karşılanması amacıyla, barıştan itibaren uygulanır.

Yine NBC tehdidine karşı ülke genelinde savunma önlemlerinin artırılması ve ulusal bir politika oluşturulması için İçişleri Bakanlığı koordinatörlüğünde oluşturulan NBC üst çalışma grubunda Bakanlığımız, Genelkurmay Başkanlığı, İçişleri Bakanlığı, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Başkanlığı ve diğer ilgili kurumlarla birlikte çalışmalarına devam etmektedir

2-SAĞLIK BAKANLIĞININ KİMYASAL SİLAHLAR VE KAZALAR KONUSUNDA ALMASI GEREKEN TEDBİRLER VE YÜKÜMLÜLÜKLER:

Kimyasal kirliliğin olduğu alandaki arındırma işlemi; çok özel bir tekniğe ihtiyaç duymaktadır. Maliyeti çok yüksektir. Hemen hemen bütün gereçleri ithaldir. Bu gereçlerin kullanımı için dış kaynaklı eğitime ve özel personele ihtiyaç vardır.

Dekontaminasyon işlemi için Sivil Savunma Teşkilatı ve TSK ek bütçe ve personel ayırmış olup, bu personelin eğitimini ve ekipmanını sağlamaktadır.

Bu durumda; Sağlık Bakanlığı kirli (kontamine olmuş) alandaki gerek insan gerekse çevre arındırma işleminde görev almasına ihtiyaç yoktur. Sağlık Bakanlığı personelinin bu aşamadaki görevi; temiz bölgenin sınırında kurulacak seyyar bir tesis ile antidot uygulaması ve yaralılara ilk müdahale yapmak, gerekenleri hastaneye sevk etmektir.

Sağlık Bakanlığı'nın asıl katkısı kirli alanının dışında başlar. Hasta, arındırılmış ve ilk müdahale yapılmış olarak sağlık merkezine gelir. Burada hastaneye sokulmadan önce tekrar kimyasal madde artığına karşı özel cihazlarla taranır, kontrol edilir. Bu işlemi sağlık bakanlığı personeli yapmalıdır. Ancak hasta dekontamine olmuş ise hastaneye kabul edilebilir. Ya da hastane dışında kapalı bir ortam sağlanarak hastane içine taşınması muhtemel riskler önlenmiş olur. Özel giysilerle donanmış sağlık personeli hastanede ayrılmış özel yerde hizmet verir. Özel koğuşlar, ameliyathaneler, bakım üniteleri, ambulanslar gereklidir. Sağlık Bakanlığı bu kısımların donanımından ve arındırılmasından sorumludur. Bu ünitelerdeki özellik; olası bir kontaminasyondan sağlık merkezinin kalanının etkilenmemesi ve arındırma işlemini dar kapsamlı tutmak içindir. Bir çeşit çok sıkı bir karantina ortamı sağlanmasıdır.

Sağlık personelinin özel giysileri ve ekipmanı çok önemlidir. Sağlık personeli olası bir kaçak riskinden etkilenmeden ve performanslarını, iş yapma kabiliyetlerini minimum etkileyecek özel iyisiler giymelidir. Aksi durumda Japonya'da da olduğu gibi sağlık personeli de ölebilir!. Bu ekipmanlar ithaldir ve kimyasal silahlar içinde çalışan sağlık personeli için özel yapılmıştır

Sağlık personelinin eğitimi yine Sağlık Bakanlığının görevidir. Her hastanede olası durumlar için servis, ameliyathane gibi birimler ayrılmalıdır ve denetlenmelidir. Hastanelerde bu işler için oluşturulmuş ekiplerin, konunun önemini çok iyi kavrayıp titizlikle eğitilmeleri gerekmekte olup, bu eğitim uygulamalı olmak zorundadır. Aksi halde ani gelişecek bir olayda sağlık personelinin hayatını tehlikeye sokar. Her hastanede belli bir personeli eğitmekle beraber, gerektiğinde çok kısa sürede tüm ekipmanıyla olay yerinde olacak şekilde eğitilmiş bir ekip hazırlanması, gerekmektedir. Bu ekip çeşitli branştaki doktorlar, hemşireler ve kalifiye yardımcı personelden ve özel ekipmandan oluşur.

Ayrıca halk ne kadar duyarlı ve bilgili olursa, bir tehlike durumunda kendini koruma kabiliyeti yükselecektir. Kitle iletişim araçları ve diğer yöntemlerle halkın eğitimi sağlanmalıdır.

Kullanılması gereken antidotlar ve hastanedeki tıbbi cihaz ekipmanı ve sağlık ekibinin arındırılması için gerekli özel cihaz ve kimyasalları, Sağlık Bakanlığı bir bütün olarak görüp karşılamak zorundadır. Çünkü; bu konuda başka bir kuruma bağımlılık, sağlık ekibinin ve sağlık merkezinin işlerinin devamında aksaklık yaratabilir ve hayati tehlike arz eder.

Bilinen kimyasal silahlara karşı antidotlar bellidir. Bazıları Türkiye'de de halen üretilmektedir. İthal edilmesi gerekenlerin ne kadar alınacağı çok iyi araştırılmalıdır. Bu konu özel bir çalışma gerektirecektir.

Sonuç:

1. Sağlık Bakanlığı olay mahallindeki arındırma işleminden sorumlu değildir. Bu alanın sınırında, ilk müdahale ve antidot uygulamasından sorumludur. (Herhengi bir kimyasal ve biyolojik tehdit durumunda yapılacak örnek hareket planı ekte şematize edilmiştir.)

2. Hastanelerde özel birimler ayrılıp ekipman ihtiyacı karşılanmalıdır.

3. Sağlık personeli konuyla ilgili eğitilmelidir. Ancak; belli bir sağlık ekibi özel olarak eğitilip şahsi ekipmanları tam olarak, her an müdahale edecek şekilde hazır olmalıdır. Eğitim ile ilgili olarak 2001 yılı içerisinde sağlık personeline yönelik kişisel korunma eğitimi yapılmış olup, Ankara il sağlık müdürlüğü emrinde görevli toplam 77 sağlık personeli eğitim almış bulunmaktadır. (Eğitim alan personel listesi ekte sunulmuştur.)

Ayrıca Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 23-27 Aralık 2002 tarihinde 30 Proje ilinden Doktor ve yardımcı sağlık personelinin oluşan toplam 60 kişiye NBC ajanlarına karşı tıbbi hizmetler konulu bir eğitim yapılacaktır. (Eğitime katılan personelin listesi ekte sunulmuştur.)

4. Ülke Genelinde faaliyet gösteren 474 adet faal olan 112 Acil Yardım istasyonunda görev yapan tüm personele Söz konusu eğitimlerin acilen tamamlanması ve daha sonra kişisel koruyucu kıyafetlerinin alınması gerekmektedir.

Her bir 112 Acil Yardım istasyonunda doktor, yardımcı sağlık personeli ve şoförden oluşan 3 kişilik en az bir ekip oluşturulması ve bu donanımın sağlanması gerekmektedir.

Toplam ekip sayısı 474, toplam personel sayısı 1422 alınması gerekli A düzeyi kişisel koruyucu ekipman sayısı 1422 dir.

A düzeyi kişisel koruyucu ekipman birim maliyeti yaklaşık 5000 USD olup, 1422X5000 : 7.110.000 USD toplam maliyet gerektirmektedir. Söz konusu ekipmanların Genelkurmay ile koordine edilerek alınması donanım standardı ve emniyeti açısından uygun olacaktır.

3-BİYOLOJİK SAVAŞ VE BİYOTERÖRİZM İLE İLGİLİ POLİTİKALAR VE STRATEJİLER

Salgın hastalık etkenlerine karşı tüm dünyada yürütülen başarılı çabaların yanı sıra bu biyolojik ajanların kötü amaçlar için kullanımı girişimleri de uzun zamandan bu yana var olmuştur. Biyolojik savaş ve/veya biyoterörizm olarak adlandırılan bu girişimler geçmişte önemli sorunlar yaratmış ve bunlara karşı çok geniş önlem alınması çalışmalarını da gündeme getirmiştir.

Biyolojik savaş ajanları olarak, özellikle yüksek öncelikli olan anthrax, brucellosis, botulizm, kolera, veba ve çiçek gibi hastalıkların etkenlerinin kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca pek çok insan, hayvan ve bitki patojenleri biyolojik savaş ajanı olarak kullanılmış veya potansiyel tehlike olarak varlığını sürdürmeye devam etmiştir.

Biyolojik savaş ve/veya biyoterörizme karşı korunma stratejileri ise özellikle son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu stratejiler genel olarak güvenlik konuları üzerine eğitim ve araştırma/geliştirme programları, yeni hızlı teşhis yöntemlerinin geliştirilmesi ve aşıya dayalı tedbirler üzerine yoğunlaşmıştır.

BİYOLOJİK SAVAŞA KARŞI AŞI STRATEJİLERİ

Biyolojik savaş ve biyoterörizme karşı dünyada başta A.B.D olmak üzere gelişmiş ülkelerin pek çoğu stratejilerini büyük oranda aşı çalışmalarına bağlamışlardır

Ülkemizde insan aşısı üretimi ve araştırmalarının yürütüldüğü T.C. Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı'nda aşı üretiminin geliştirilmesi yönünde uzun zamandır çalışmalar yürütülmekte olup bunlar özetle şunlardır :

* 1990'larda yeni Aşı Araştırma Laboratuvarları kurulmuştur. * Bir çok aşı araştırma ve proses geliştirme çalışmaları sonuçlandırılmıştır.

* Tetanoz aşısı üretim birimi modernize edilmiş, fermentör teknolojisine geçilmiş ve kendi geliştirdiğimiz proses ile ilk adsorbe aşı üretimi gerçekleştirilmiştir.

* Yeni Aşı Üretim Tesisleri Kurulması Projesi : Proje yatırım no : 951000170 (Birinci Aşama, bakteri Aşıları üretimi) yapılmıştır.

Bu projede Bakteri Aşıları , Difteri, Boğmaca, Tetanoz, BCG, Üretim Birimleri ile Birleştirme-Doldurma-Paketleme Birimi, Bakteri Aşıları ve Viral Aşılar Araştırma ve Kontrol Birimleri planları çizilmiş, 1/50 çizimi ve keşif çalışmaları bitirmek üzeredir.

Bu proje ile modern ve ileri teknolojide bakteri aşıları .üretimi yapan tesisler ülkemize kazandırılmış olacağı gibi yeni araştırma laboratuvarları ile mevcut bilgi birikiminin daha da ileri götürülmesi ve her türlü ajana karşı gerek tesis gerekse bilgi yönünden hazırlıklı olunması sağlanmış olacaktır.

* Viral Aşılar Üretim Tesisleri Kurulması Projesi: Proje No: 981000730

Bu proje ile ilgili olarak yurt dışı işbirliği çalışmaları gerçekleştirilmiş ancak proje henüz başlatılamamıştır.

Bu projelerin hızlı olarak bitirilebilmesi için ise özel finans, özel işletme ve personel statüsü kazandırılması gerekmektedir.

NBC ATAKLARINDA SİVİL SAVUNMA FAALİYETLERİ

Turan GENÇ
Svl.Svn.Gnl.Md.lüğü
İkaz ve Alarm Şb.Md.

NBC TEHTİDİ

Kitle imha silah ve maddeleri ile bu nitelikteki zararlı atıklar, barış, kriz ve savaş dönemlerinde; terör, nakliyat ve kaçakçılıktaki kazalar, nükleer ve kimyasal enerji ve sanayi tesisleri ile araştırma laboratuvarlarındaki kaza ve sızıntılar veya cereyan eden veya edebilecek bölgesel savaşlar nedeniyle her zaman risk unsurudur.

NBC felaketinden önce tespit ve teşhis yeteneğinin artırılması, erken uyarı ve ikaz sistemlerinin geliştirilmesi, gerekli olan personel, araç, gereç, ve malzemelerin temin edilmesi gerekmektedir.

Tehlike ortaya çıktıktan sonra; etkili ve hızlı bir dekontaminasyon işleminin başlatılması, kirlenmeden etkilenenlerin tedavisi, gıda ve yem stoklarının, hayvan ve bitkilerin kontrol edilerek taranması ve bölgedeki kalıcı etkilerin insan, bitki ve hayvan sağlığı açısından araştırılması gerekmektedir.

SİVİL SAVUNMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜNÜN İMKAN VE KABİLİYETLERİ

HABER ALMA VE YAYMA, İKAZ VE ALARM

Düşman hava taarruzlarına ve radyoaktif serpinti tehlikesine karşı hazırlıklı bulunmak ve zamanında halkı ikaz ve alarm ile her türlü sivil savunma tedbirlerini almaya sevk etmek amacıyla Sivil Savunma Genel Müdürlüğünce yurt genelinde bir haber alma ve yayma, ikaz ve alarm sistemi tesis edilmiştir.

SİREN SİSTEMLERİ

MEVCUT SİREN DURUMU			
SİREN TİPİ	TOPLAM ŞEHİR	TOPLAM İL	TOPLAM İLÇE
TELSİZLE UZ.KUM.	17 şehirde 198	16 İlde 188	1 İlçede 10
LOKAL KUM.	73 şehirde 246	36 İlde 209	37 İlçede 37
BSYS	125 şehirde 125	32 İlde 32	93 İlçede 93
ELEKTRİKLİ	11 şehirde 11	11 İlde 11	-----
GENEL TOPLAM	580 adet (440 Adedi İl Merkezinde) (140 adedi İlçededir)		

ELEKTRONİK SİREN SİSTEMLERİ

Mevcut sistemlerin yerine, bir merkezden her türlü haber veya mesajın sesli (Anons) olarak verilmesi imkanına sahip ve elektrik kesildiğinde akü grubu ile çalışabilme özelliği bulunan **Elektronik Siren Sistemi** kurulması amacıyla çalışmalar başlatılmıştır.

SİVİL SAVUNMA NBC PERSONEL VE EKİP DURUMU

a-Sivil Savunma Arama ve Kurtarma Birlikleri ile İl Sivil Savunma Arama ve Kurtarma Ekipleri:

1993 yılında 63 personel ile **Ankara Sivil Savunma Birliği,,**

1996 yılında da çekirdek kadrolardan oluşan **Erzurum ve İstanbul Sivil Savunma Birlikleri** kurulmuştur.

17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinden sonra çıkarılan 586 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile; önceki birliklerin kadroları da değiştirilerek 8 il' de daha (**ADANA - AFYON - BURSA - DİYARBAKIR- İZMİR - SAKARYA - SAMSUN - VAN**) 120'şer kişilik teknik personelden oluşan Sivil Savunma Arama ve Kurtarma Birlikleri,

Ayrıca birlik kurulmayan 70 ilde, illerin büyüklüğü dikkate alınarak 10, 20, 30 personelden oluşan **İl Arama ve Kurtarma Ekipleri** kurulmuştur

Bu birlik ve ekipler için **toplam 2580 personel** kadrosu ihdas edilmiş olup, şu ana kadar **11 birlik için 862, İl Arama ve Kurtarma Ekipleri için 303 personel** ataması tamamlanmıştır.

Bu birlik ve ekiplerin personel atamaları ile donanımı çalışmaları hızla sürdürülmekte olup, tamamlanması halinde deprem, sel, cıg vb. afetler ile diğer teknolojik (NBC) afetlerde ve savaşta arama ve kurtarma faaliyetlerine anında müdahale edilerek, daha çok can kurtarılacaktır.

b- Acil Kurtarma ve Yardım Ekipleri

1992 yılında illerdeki mevcut kamu kuruluşlarının kadrolu personel, araç ve gerecinden istifade edilerek, sayısı ilin büyüklüğüne göre 60-120 olan “ **Acil Kurtarma ve Yardım Ekipleri**” kurdurulmuştur.

Bu ekiplerde, İl Sivil Savunma Müdürlükleri'nin koordinatörlüğünde NBC timleri oluşturulmuştur. Bu amaçla;

Güvenlik ve keşif için *emniyet*,

Dekontaminasyon için *itfaiye*,

Hava durum raporları için meteoroloji,

Tahlil ve değerlendirme için ise *özel ve resmi kuruluşların kimya mühendisleri, laborantları ile sivil savunma uzman ve amirleri* görevlendirilmiştir.

EĞİTİM VE TATBİKATLAR

a- NBC EĞİTİMLERİ

1- Sivil Savunma Kolejinde; sivil savunma, itfaiye ve emniyet teşkilatı personeli ile talepte bulunan diğer kurumların personeline NBC konularında eğitimler verilmektedir.

SİVİL SAVUNMA KOLEJİ BÜNYESİNDEKİ NBC EĞİTİMİ PROGRAMLARI

- Haritanın tanımı ve önemi, yön tayini ve haritanın yönüne konulması, pusula.
- Harita üzerinde mesafe, açı, yükseklik ve eğim ölçme, koordinat sistemi.
- Sivil savunma taktik işaretleri ve haritaya uygulanması, yol kartı.
- Günümüz savaşları ve tehlikeleri, Klasik ve modern silahlar.
- Nükleer silahların etkileri, tespiti ve korunma önlemleri.

- Radyak aletleri (Radyakmetre, Dozimetre ve Dozimetre Şarj Aleti ile Radyoaktif Kaynak)
- Nükleer radyak hesap cetvelleri, serpinti tahmini ve izodoz haritası.
- Radyolojik savunma ve N.B.C. raporları.
- Biyolojik silahların etkileri, tespiti ve korunma önlemleri.
- Kimyasal silahların etkileri, tespiti ve korunma önlemleri, kimyasal gaz teşhis dedektörleri.
- Kimyasal silahların etkilerini azaltan veya yok eden ilaçlar (atropin, amilnitrat ampul, silverdin krem)
- NBC maddelerine karşı korunma sağlayan malzemeler (maske, elbise, bot, eldiven)
- Dekontaminasyon ve dekontaminasyon aracı malzemelerinin tanıtımı.
- İkaz ve Alarm teşkilatı, ikaz ve Alarm çeşitleri ve verilmesi.

NBC EĞİTİMLERİNDE KULLANILAN YARDIMCI DERS ALETLERİ

- RD-8 - 450 Victorieen- ve NEB-223 Radyakmetreler, Dozimetreler, Dozimetre Şarj Aleti,
- Maske, Maske Filtresi,
- NBC Silahlarına Karşı Koruyucu Elbise (A,B,C DÜZEYİ), Eldiven, Bot kılıfı,
- M 86 Kimyasal Gaz Dedektörü, CAM Kimyasal Gaz Dedektörü,
- Kimyasal Gaz Teşhis Kiti,
- Kimyasal Gaz Teşhis Kağıdı,
- NBC Kişisel Temizlik Kiti,
- Fuller Toprağı,
- Koruyucu Kremler, Atropin Sprey Aerosol (Koruyucu), Atropin Otomatik Enjektör,
- 1.25.000 ölçek illere ait Haritalar,
- Rüzgar Vektörü Telsim Ölçeği,
- Pusula,
- Konulara ait Film ve Slaytlar (33 Adet), CD (7 Adet)

Ancak, Sivil Savunma Kolejinde eğitim imkanları iki derslikle sınırlı olup, kullanılan araç, gereç ve malzemelerde görüldüğü gibi yetersiz ve sınırlı sayıdadır. Ayrıca gaz maskesi, maske filtresi ve aktif karbonlu koruyucu elbiseler gibi bazı eğitim malzemelerinin ambalajları açıldığında raf ömürleri bitmekte, bu nedenle söz konusu malzemelerden eğitimlerde çok az sayıda kullanılabilmektedir. Diğer yandan, seyreltilmiş kimyasal gaz bulunmadığı için bunların tanıtım eğitimleri yapılamamaktadır.

2- İl ve İlçelerde Sivil Savunma Müdürlüklerince;

- İl Acil Kurtarma ve Yardım Ekipleri personeline,
- Sivil Savunma Arama ve Kurtarma Ekipleri personeline,
- Sivil toplum örgütlerine
- Kamu ve özel kurum personeli ile okullarda öğrencilere, ve gönüllülere,

NBC silahları ve basit korunma yöntemleri, ikaz ve alarm işaretleri ile uyulması gereken kurallar hakkında eğitimler verilmektedir.

Ayrıca eğitim faaliyetleri tv ve radyo konuşmaları, gazete ve dergilerde yayınlanan makaleler, düzenlenen seminerler ve halkı bilgilendirme amaçlı dağıtılan afiş ve broşürler ile desteklenmektedir.

3-Kara Kuvvetleri NBC Okulu ve Eğitimi Mrk. Komutanlığında;

Kara Kuvvetleri NBC Okulu ve Eğitimi Mrk.K.lığında her yıl düzenlenen kurslara sivil savunma teşkilatından da personel katılmaktadır.

b- TATBİKATLAR

Her yıl 10 ilde NBC Konularının da işlendiği “**Sivil Savunma Plan**” ve “**Sivil Savunma Müşterek Servis**” tatbikatları yapılmaktadır. Ayrıca, ikaz ve alarm sisteminin (*haberlerin alınması ve yayılması konusunda*) denenmesi amacıyla, Hava Kuvvetleri Komutanlığı Koordinatörlüğünde düzenlenen **Milli ve NATO tatbikatlarına iştirak edilmektedir.**

NBC ARAÇ GEREÇ VE MALZEME DURUMU

Kamu oyunda halkın donanımının Sivil Savunma Teşkilatınca sağlanacağı şeklinde yanlış bir bilgi hakimdir teşkilatımız halkın donanımını değil sadece, olay sırasında görevlendirilecek personelin donanımını sağlamaya yönelik çalışmaları sürdürmektedir.

a-Teşhis ve Tespit Cihazları:

Nükleer; radyakmetreler (*RD8, Wiktorien ve NEB 223*), Dozimetreler ve Dozimetre şarz aletleri ,

Kimyasal; CAM ve M-86 cihazları ile *dedektör kağıtları ve kitleri* bulunmaktadır.

Biyolojik; tesbit ve teşhis cihazı bulunmamaktadır.

b-NBC Şahsi Koruyucu Teçhizat:

Şahsi koruyucu teçhizat olarak; MKE yapımı *SR-6-M gaz maskesi, koruyucu elbise, eldiven, bot ve bot kılıfları* bulunmaktadır,

Şahsi tıbbi koruyucu malzemeler ise ihale yoluyla yurt içi ve yurt dışından temin edilmekte ve depolarımızda muhafaza edilmektedir.

c- Dekontaminasyon Araçları

1997 yılında Alman Karscher firmasınca üretilen bir *dekontaminasyon sistemi* teşkilatımıza alınarak, Ankara Sivil Savunma Arama ve Kurtarma Birliğinde hizmete konulmuştur. Bu sistem dışında elle ve sırtla taşınabilen az sayıda portatif dekontaminasyon cihazları ile kişisel dekontaminasyon kitleri bulunmaktadır.

ÖNERİLER

NBC konusunda yapılacak faaliyetlerle ilgili prensiplerin tesbiti, bu konuda yapılacak çalışmalarla ilgili bakanlık, kurum ve kuruluşların görev, yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi, keşif ve erken uyarı sisteminin kurulması, Yöresel Acil Durum Planlarının uygulanmasının gerektirdiği, personel, araç, gereç, tesis ve malzemenin temini ve bunların gerektirdiği mali kaynakların tesbiti için; Başbakanlığın koordinatörlüğünde Genelkurmay Başkanlığı, ilgili bakanlık ve kuruluşların üst düzey temsilcileri ile üniversitelerin konu ile ilgili temsilcilerinden oluşan bir “**NBC YÜKSEK KURULU**” oluşturulmalı ve konuyu bütünüyle ele alan bir mevzuat hazırlanmalıdır.

Oluşturulacak bu kurul nükleer, biyolojik ve kimyasal konularda ayrı ayrı düzenleme ve yaptırım gücüne sahip olduğu takdirde; uygulamada birliktelik, icra ve denetimde süreklilik, çağdaş bilim ve teknoloji ile de yeniliklere uyum sağlanmış olacaktır.

Ancak; NBC Yüksek Kurulunun oluşturulması ve bu kurulun düzenleme ve yaptırım gücünün sağlanması için konunun kanunla düzenlenmesi gerekmektedir.

SERBEST SİLDİRİLER

- 1. NBC Saldırılarında Hastanelerde Kullanılabilecek Yöntemler ve Hastane Savunmasında Temel Prensipler**
- 2. Biyolojik Harp Maddelerinin Biyoterör Amacıyla Kullanılması**
- 3. GATA Hemşirelik Yüksek Okulu Öğrencilerinin NBC Savunması Konusunda Bilgi ve Tutumlarının İncelenmesi**
- 4. SARS (Ani Gelişen Ağır Solunum Yetmezliği Sendromu) Biyoterörizm Olabilir mi?**
- 5. Biyolojik ve Kimyasal Savaş Ajanlarının Geliştirilmesi ve Tıp Etiği**
- 6. NBC Tehdidi Açısından Havacılık**

NBC SALDIRILARINDA HASTANELERDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER VE HASTANE SAVUNMASINDA TEMEL PRENSİPLER

Dr. Cansın ARDA
Kimyasal Silahlar Uzmanı
Sağlık Bakanlığı
Refik Saydam Hıfızısıhha Merkezi Başkanlığı

Bir NBC saldırısından sonra, hastanelerimizin, içinde bulundukları durumu anlamaları ancak hastaneye başvuran hastaların anamnezleri ve semptomları ile mümkün olabilir. Çünkü, tatminkar bir acil uyarı sistemine henüz sahip değiliz! Dolayısıyla hastane, bulaşmaya maruz kaldıktan sonra durumu idrak ederek, hazırladığı bir plan varsa onu devreye sokmak zorundadır. Bu durumda hastanenin ve personelin bir bölümünün bulaşmaya maruz kaldığı bilinerek hareket edilmeli ve planlar buna göre yapılmalıdır. Tokyo Metrosuna Sarin saldırısından sonra 5000 den fazla kişinin hastanelere hücum ettiğini ve sağlık personelinin de bundan şiddetle etkilendiğini unutmamalıyız. Saldırıda yeteri kadar savaş ajanı kullanılsaydı ölü sayısının 12 ile sınırlı kalmayacağı aşikardır.

Şimdi lütfen birlikte, Japonya'da olduğu gibi; bir kimyasal savaş ajanı saldırısı sonrasında, yüzlerce vatandaşın hastanelere koştuğunu düşünelim; böyle bir durumda; hastane acili çalışanlarıyla beraber kontamine olursa ne yapılmalıdır ?

1. Acil servisin kapıları hemen kapatılır; (aksi halde hastalar acil servisten hastanenin diğer bölümlerine de geçip bulaşmayı yayabilirler)
 - *sağlık personeli,*
 - *içeride NBC yaralıları,*
 - *diğer hastalar ve hasta sahipleri* kalmıştır ki bunlardan yardım sağlanabilir.
2. Haber verilir;
 - Hastane yönetimine;
 - Tüm hastane kapıları hemen ve tamamen kapatılır!
 - Özel görevli tüm personel hastaneye çağırılır, (bu personel hastaneye özel bir yerden alınırlar ya da farklı bir planlama ile; giysili olarak gelirler)
 - Hastanedeki özel personel giyinmeye başlar;
 - Bunlardan bir kısmı hastane içinden acil servistekilerin arındırılmasına yardım için görevlidir.
 - Kalan kısmı ise diğer hastalarla ilgilenecektir.
 - Sağlık Bakanlığına ve diğer hastanelere (hastanelerin acil tedbir alması için)
 - Sivil Savunma, Emniyet, TSK birliklerine (eğer bir yardımlaşma planı mevcutsa devreye sokulur)
 - Bu işlemler detaylı bir planlama gerektirir.
3. Acil servis içinde kalan hastalar ve tüm personelle birlikte arındırmaya alınır;
 - Arındırma işlemini içeride kalmış sağlık personeli; önce kendilerine, özel giysilerini giydikten sonra da diğer hastalara uygular,
 - Gerekirse, antitod uygulaması ve ilk müdahale de bu arada başlatılır.
(Bu işlemler detaylı bir planlama gerektirir).
4. Acil servisin içinde arındırma işlemi devam ederken dışarıda birikmeye başlayan, panik içinde olan ve hastalık belirtileri başlamış mağdurlara yardım için;

- Hastalara adım adım ne yapmaları gerektiği konusunda *anons* yapılır. Bu anons, duruma hakim bir kişi tarafından dışarıda biriken topluluk izlenerek yapılmalıdır.
- Hastanenin dışında uygun bir alanda daha önce inşa edilmiş duş sistemleri mevcuttur. Duş alanı, hareketli bir perde paravan sistemi sayesinde basitçe, kadın ve erkeklerin ayrı ayrı soyunabilecekleri iki alana bölünür. Anons ile kadın ve erkeklerin birbirlerinden ayrılması sağlanır.
- Daha sonra üstlerindeki giysileri çıkarmaları ve belli bir yere koymaları sağlanır. Bundan sonra duşlara su verilir. Herkes duşlara yönlendirilir. Suya istenen arındırma solüsyonu katılabilir. Duş suyunun sıcaklığı ortamın sıcaklığına göre ayarlanmalıdır. Duşlar yeterince açık kalır. Gerekirse tek tek duşlar yerine, daha geniş bir alanda yağmurlama sistemi kullanılır. Yaşlılara ve çocuklara yardım konusunda uyarılar yapılır.
(Bu işlemler detaylı bir planlama gerektirir).

5. Arındırmadan geçen hastalar, hastanenin bu arada boşaltılmış bir giriş katı koridoruna ya da kapalı bir alanına yönlendirilir. Bu alanın tüm pencereleri açık olmalıdır. Hastane dışı çadır sistemi hastaneyi korumak açısından aslında en ideal olanıdır. Ancak bunu hazırlamak zaman kaybettiricidir.

- Kapalı ortama, daha önce planlandığı üzere kuru giysi, temiz battaniye veya çarşaf bırakılmıştır. Buraya dışarıdan girmek için ancak duşun altından geçilmesi gereken bir sistem kurulmalıdır. Özel giysili tıbbi personel burada tedaviye hazır beklemektedir. Tedavi başlar. Tıbbi ekip eğer daha önce hazır olursa bahçedeki hastalara da müdahale edilebilir.
- Buraya kadar ki bölüm hastanenin ilk yarım saat içinde yapması gerekenlerdir.

6. Hastanenin belli bir bölümü diğer bölümleriyle bağlantısı tamamen kesilecek şekilde NBC yaralılarına ayrılır. Gerekirse ildeki bir hastane, diğer hastanelerden tüm NBC yaralılarını bünyesinde toplayacak şekilde planlama da yapılabilir. Bu durumda; hastanede yatmakta olan hastalar, diğer hastanelere tahliye edilmelidir.

(Bu işlemler detaylı bir planlama gerektirir)

Yukarıdaki planlama, genel olarak, hastaneye ayaktan ulaşan, triajda yeşil ya da sarı olarak kabul edilen hastalara yöneliktir. Kırmızı triajlı hastalar için ayrı bir birim hazırlanmalı ve yukarıdaki sisteme entegre edilmelidir.

Hastanenin hazırlanma zamanı, özel NBC ekibinin hazırlanma zamanı ile doğru orantılıdır. Özel ekip hazır olana kadar hastane bir kaplumbağa gibi kabuğuna çekilmelidir. Özel ekibin evlerinden gelmesi beklenemez. Herhangi bir anda hastanede olan personelin belli bir kısmı bu işlemi diğerleri gelene kadar yapabilecek beceride olmalıdır.

NBC saldırılarına karşı bir "*hastane savunma sistemi*" (ki ben buna **HASSİS** diyorum) planlanırken dikkat edilmesi gereken çok fazla detay mevcuttur. Temel prensip "hastane önce kendini korumalı sonra faydalı olmaya çalışmalıdır" çünkü; korunanlar asıl fayda getirecek olanlardır. Hastanenin personeli kontamine olursa hastalara faydalı olamaz, araç gereç ve ortam kontamine olursa kullanılamaz hale gelmiş olur.

Acil servislerin çalışanları NBC olaylarına karşı uyanık davranmalı, eğitilmiş olmalıdırlar. Acil servislerde yeterli antidot arındırma malzemesi ve ekipman bulundurulmalıdır.

Hastane planlaması yapılırken; her hastaneye uyması beklenen 1 sistem değil, her hastaneye göre temel prensipler üzerinden, fiziksel şartları incelenerek özel bir plan hazırlanmalıdır.

şu anda ithal olduğu için çok pahalı olan hastane modüler sistemleri, aslında çok basit bir sistem içerdiklerinden yurt içinde kolaylıkla geliştirilip, hastanelere adapte edilebilir.

NBC saldırısı riski, önümüzdeki 5 yıl için gerilemiş gibi gözükmektedir. Bu nedenle hastane sistemlerinin geliştirilmesi için çok elverişli bir dönem söz konusudur. Eğer yanılıyorsam, bu risk gemediyse, bu içe hemen başlamamız gerekmektedir. Geçtiğimiz dönemdeki gibi 100 kuruşluk bir malzemeyi acil durumlarda 1 liraya almak zorunda kalmayalım. Unutmamalıyız ki artık NBC silahları, çağımızın en tercih edilen silahları durumuna gelmiştir.

BIYOLOJİK HARP MADDELERİNİN BİYOTERÖR AMACIYLA KULLANILMASI

Erol DEMİR
Dr. Vet. Hekim Kd. Bnb.
TSK NBC Okulu ve Eğitim Merkezi K.İği

Biyolojik harp maddelerinin basit bir teknoloji ve ucuz bir maliyetle üretilerek silah haline getirilmesi mümkündür. Biyolojik Harp Maddeleri (BHM) silah haline getirilip bir bölgeye taarruz amacıyla bırakıldığında büyük kayıplara neden olabilir.

Biyolojik harp maddeleri; taktik stratejik silah olarak kullanımın yanında teröristler tarafından da kullanılabilir. Bu nedenle ülkemizin kitle imha silahları tehdidinin yoğun olduğu değerlendirilen bir bölgede bulunması, söz konusu tehditten en fazla etkilenecek ülkelerin başında gelmektedir.

Biyolojik harp veya biyoterör amacıyla kullanılan biyolojik harp maddeleri; genel olarak mikroorganizmalar ve toksinler (zehirler) olarak iki ana gruba ayrılırlar. Biyoteknolojik olarak üretilen biyoaktif maddeler olarak adlandırılan nöropeptidler, nörotransmitterler ve hormonlar gibi biyolojik maddeler de biyoterör amacıyla kullanılabilir

Terör örgütlerinin biyolojik harp maddelerine ilgi duymasının sebepleri; Biyolojik harp maddelerinin üretilmesi ve elde edilmesinin kolay olması, BHM lerinin bir kuluçka dönemine sahip olması, gizli yayılarak çok sayıda insanın hastalanmasına kadar tanımlanamaması, toplum üzerindeki psikolojik etkisinin ağır ve uzun süreli olup panik duygusunun hızla yayılması ve korunmaya yönelik tedbirlerin çok sınırlı olmasıdır.

Biyoterörün potansiyel hedefleri arasında; kalabalık metrolar, bekleme salonları, hava alanları, büyük kalabalıkların bulundukları yerler, hava vantilasyon sistemleri, merdiven altları, kapalı alanlar, teröristlerin ilgilendikleri kişi ve tesisler vardır. Teröristler buralara biyolojik materyal içeren toz ya da likidi yaymaya çalışırlar.

Teröristlerce biyolojik harp maddelerini aerosol ve sabotaj yayma yöntemleri ile kullanırlar. Teröristlerin BHM lerini yayma cihazları ile mekanik olarak yayması da mümkündür. Bunlar doğrudan BHM sini hedefe bırakma cihazı, kırılabilen cihazlar, açılan veya patlayan cihazlar ile püskürtme cihazları ve uçaklar olabilir.

Hayat kurtarmak ve halkı korumak için erken tanımlama ve cevap çok önemlidir. Olası bir biyoterör saldırısında etkeni hızlı tanımlamak için laboratuvar ağının oluşturulması esastır. Biyoterör atak ihtimaline karşı planlar geliştirilmeli, biyoterör sonucu yayılan hastalığı tespit etmek ve cevap vermek için sağlık personeli ve belirleme timleri arasında etkili bir iletişim mekanizması kurulmalıdır. Biyoteröre cevap vermede diğer önemli bir unsur numune alma timleridir. Uzmanlardan oluşacak numune alma timi kullanılan biyolojik harp maddesinin tanımlanmasını kolaylaştıracaktır.

Biyolojik harp maddelerinin taarruzlarını caydırmak, durdurmak veya önceden tespit etmek hemen hemen imkansızdır. Önümüzdeki yıllarda moleküler biyoteknoloji ve genetik mühendisliğindeki gelişmeler; patojen mikroorganizmaların ve toksinlerin biyoterör amacıyla kullanımını, daha öldürücü biyolojik silahların yapımını ve ırklara has biyolojik harp maddelerinin üretimini mümkün kılacaktır.

Biyoterör amaçlı kullanılan biyolojik harp maddelerine karşı ülkemizin temel savunması; teşhis sistemlerinin geliştirilmesi, tıbbi koruma (aşı, serum ve koruyucu tedbirler), sürekli istihbarat ve fiziksel korumanın geliştirilmesiyle mümkün olacaktır. Biyoterör saldırısında etkeni hızlı tanımlamak için laboratuvar ağı kurmak veya hali hazırda bazı askeri ve sivil laboratuvarları bu amaca yönelik nitelik kazandırmak, biyoterörizme karşı savunmayı arttıracaktır. Unutulmamalıdır ki biyolojik harp maddesi kullanacak teröristlerin hedefi sadece insan değildir. Ülkemizin ekonomik kaynakları olan; hayvanlar, tarım ürünleri, ve doğal zenginliklerimiz de biyoterörün hedefleri arasındadır.

GATA HEMŞİRELİK YÜKSEK OKULU ÖĞRENCİLERİNİN NBC SAVUNMASI KONUSUNDA BİLGİ VE TUTUMLARININ İNCELENMESİ

Dr.Sağ.Kd.Yzb.Emine İYİGÜN
Uzm.Tbp.Kd.Yzb.Cengiz Han AÇIKEL
Sağ.Kd.Yzb.Sevda İÇÖZ
TSK Sağ.Klığı Sağ.Hiz.D.Bşk.lığı

Nükleer, kimyasal ve biyolojik silahların son yıllarda dünyayı tehdit etmesi bu konuda hemşirelerin de bilgi sahibi olmaları gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Bu potansiyel ajanlar, onların klinik belirti ve semptomları, geçiş ve bulaşma yolları, alınacak önlemler ve tedavileri hakkında bilgi sahibi olmak, yaralıların hemşirelik tedavisinde önemlidir.

AMAÇ: Bu çalışmada; TSK.ne bağlı olarak görev yapacak hemşirelik yüksek okulu öğrencilerinin, NBC savunması konusunda kendilerini nasıl değerlendirdikleri, bilgi düzeyleri ve tutumları yönlerinden incelenmesi hedeflenmiştir. Orta ve uzun vadede eğitim programlarının bu verilere uygun planlaması düşünülebilir.

MATERYAL METOD Araştırma 20 Mart-01 Nisan 2003 tarihleri arasında GATA K.lığında yapılmıştır.

Araştırma tipi kesitseldir. Her sınıftan randomize 25'er öğrenci seçilecek şekilde tabakalı örnekleme yapılmıştır.

Kullanılan anket formu 5 tane bilgi, 13 tane tutum sorusu içermektedir.

Analizlerde SPSS for Windows V, 10.0 kullanılmıştır.

SONUÇLAR: Araştırmaya toplam 17 kişi katılmış, örnek olarak seçilen 2 nci sınıf öğrencilerden 3 tanesi diğer görevlerinden dolayı katılamamıştır.

Öğrencilerin çoğunluğu NBC konusundaki bilgi düzeylerinin tamamen yetersiz olduğunu düşünmektedir. Veya tamamen yeterli olduğunu belirtenler daha az olmuştur.

Araştırma grubundan % 63.9'u NBC silahlarının özellikleri, %73.2'si radyasyon sızıntısı bulguları, % 75.3'ü kimyasal taarruzların bulguları, %68'i biyolojik taarruz düşündürecek bulgular, %78.4'ü NBC yaralılarına ilk yardım, konularında tamamen yetersiz değerlendirilmiştir.

Ortalama 30.72 ± 24.83 puan almışlardır. Katılımcıların % 77.3'ü geçer puan alamamıştır.

TARTIŞMA: Hemşirelerin NBC savunması konusundaki görevlerinin bilincinde olduğu, fakat konu hakkındaki eğitimlerin yetersiz kaldığı görülmüştür.

SARS (ANİ GELİŞEN AĞIR SOLUNUM YETMEZLİĞİ SENDROMU) BİYOTERÖRİZM OLABİLİR Mİ?

Tbp.Kd.Ütğm. Bahadır TAŞÇIKAN
TSK Sağlık K.lığı

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün "Dünya Çapında Bir Sağlık Tehditi" ilan ettiği "Ani Gelişen Ağır Solunum Yetmezliği Sendromu (SARS)"; İlk olarak Vietnam'ın başkenti Hanoi'de 26 Şubat 2003'de ateş, kuru öksürük, kas güçsüzlüğü ve boğaz ağrısı olan bir erkek hastada görülmüş, hasta Hong Kong'da hastaneye yatırılmıştır. Dört gün sonra mekanik ventilasyon gerektiren ARDS (erişkin sıkıntılı solunum zorluğu) ve trombositopeni ile yoğun bakıma kabul edilen hasta 13 Mart 2003 tarihinde ex olmuştur. Bu olgu ilk (bireysel) SARS vakasıdır. İlk salgın Çin'in Guandong şehrinde başlamıştır. Hastalığın dünyaya da buradan yayıldığı kabul edilmektedir. SARS nedeniyle bugüne kadar (29 Nisan 2003) ölenlerin sayısı 332, hasta sayısı 5004 'dür. En çok hasta sayısının görüldüğü ilk dört ülke Çin, Hong Kong, Singapur, Kanada'dır. Hastalık damlacık ve temas yoluyla bulaşmaktadır. SARS'ın dünyaya yayılmasında, en önemli etken uluslararası seyahatlerdir. Hastalık Dünya genelinde 26 ülkede görülmüştür. Hastalığa, "Coronavirüs" grubu bir virüsün yol açtığına ve ilk olarak hayvanlardan insanlara geçtiğine inanılmaktadır. SARS'a yakalananlar arasında ölenlerin oranı başlangıçta yüzde 3 idi. Ancak bu oran daha sonra yüzde 5,9'a çıkmıştır.

Politik, dini ya da ideolojik hedeflere ulaşmak için ülkelerde korku, panik yaratmak ya da kitlesel ölümlere yol açmak amacıyla insan, hayvan ya da bitkileri öldürmek veya hastalandırmak için mikroorganizmaların veya mikroorganizma toksinlerinin kullanımına "Biyolojik Savaş" denmektedir. SARS, vaka sayısı ve yayılımı itibarıyla bir terörist organizasyonun "Biyolojik Silah" olarak kullanabileceği düzeydedir. Fakat bilimsel verilere baktığımızda SARS'ın bir biyoterör malzemesi olarak kullanılmış olmasını düşündürmemektedir. Bunlar:

1. Biyolojik bir savaşta ana unsurlardan biri, kullanıcının kendini koruyabilmesidir. Şu ana kadar kişisel koruma yöntemleri dışında etkin bir koruma (aşı gibi) henüz bulunamamıştır. Hastalığın Dünyada 26 ülkede görüldüğünü de düşündüğümüzde, bir biyolojik silah olarak kullanılamayacağı değerlendirilmektedir.

2. Yüksek mortalite biyolojik bir saldırıda aranan özelliklerden biridir. SARS yaklaşık %6'lık bir mortaliteye sahiptir. Bu oran istenen mortalite oranının çok altındadır.

3. Biyolojik silah olarak kullanılacak mikroorganizmaların veya toksinlerinin yayılım ve etkinlikleri için dirençli olmaları gerekmektedir. Dış ortamda en fazla 10 saat yaşayabilen SARS virüsü, deterjanlarla ve U.V. ile hemen inaktive olmaktadır.

4. Biyoterör güncel bir konudur. Medya elde bilimsel veriler olmamasına rağmen kaynağı bilinmeyen her enfeksiyona "Biyolojik bir saldırı" temayülünde yaklaşmakta ve kamuoyunda böyle bir hava oluşturmaktadır.

5. Tüm dünyadaki; SARS hastalarının % 56'sı, SARS nedeniyle ölenlerin % 40'ı sağlık personelidir. Bu veri bir biyolojik saldırıdan çok, bir pandemiye düşündürmektedir.

BİYOLOJİK VE KİMYASAL SAVAŞ AJANLARININ GELİŞTİRİLMESİ VE TIP ETİĞİ

Doç.Ecz.Kd.Alb.Adnan ATAÇ
Yrd.Doç.Tbp.Bnb. Muharrem UÇAR
GATA ve Askeri Tıp Fakültesi
Deontoloji ve Tıp Tarihi AD.

Son yıllarda gerek askeri çatışmaların gerekse uluslar arası terörizmin bir objesi haline gelen NBC tehditi, sağlık personelinin gündeminde de yoğun bir şekilde yer almaya başlamıştır. Yaşadığımız çağ Kemo-Bioterörizm açısından büyük potansiyel riskler taşımakta ve olası biyolojik ve kimyasal silahlarla (şarbon, su çiçeği, hardal gazı vb.) mücadelede doktorların üstlendiği rol, giderek daha karmaşık bir hal almaktadır. Aslında, söz konusu kimyasal ve biyolojik ajanların silah haline dönüştürülmesi, bio-medikal uzmanlarının buluşlarıyla gerçekleşmektedir. Bu açıdan bakıldığında; bilginin, tedavi yerine öldürme amaçlı kullanılması mesleğin suistimal edilmesinin en uç düzeydeki örneğini oluşturmaktadır.

Mevcut koşullar içerisinde, doktorlar kendilerini, doğal yollarla değil de meslektaşlarınca yayılması sağlanan birtakım hastalıklarla mücadeleyi gerektiren olağandışı bir konumda bulmaktadır. Hastalıklar ve ölümle mücadele etmek için eğitim alan kişilerin, kimyasal ve biyolojik ajanlar geliştirilmesi yönündeki çalışmalarda yer almaları, tıp etiği açısından sorgulanması gereken önemli bir husus olarak değerlendirilmektedir.

NBC TEHDİDİ AÇISINDAN HAVACILIK

Yrdc.Doç.Hv.Tbp.Yzb. Ahmet ŞEN
Doç.Hv.Tbp.Bnb.Ahmet AKIN
Gülhane Askeri Tıp Akademisi
Hava ve Uzay Hekimliği AD.

Biyolojik silahların atası sayılabilecek ilk  rneklerinin M. . 2500 yılında kullanılmasından, 1945 yılında önce Los Alamos'ta denenip daha sonra Hiroşima'ya atılan ilk nükleer bombaya ve o tarihten günümüze NBC silahlarında ve oluşturdukları tehdidin şekil ve büyüklüğünde çok değişiklik gerçekleşti.

Modern Havacılık çok eski tarihlere uzanmamakla birlikte ilk nükleer silahın bir uçaktan atılmış olması dikkat çekicidir.

Hava araçlarının s rat, serilik, büyük miktarda insan ve malzemeyi kısa sürede uzun mesafelere ulaştırma özelliğine sahip olmaları NBC tehdidi açısından iki farklı yönüyle dikkat çekicidir:

Birincisi, NBC silahlarının kullanılması hava araçlarından yararlanılmasıdır ki tüm NBC silahlarının tehdit alanını genişletici etkiye yol açmaktadır.

Konunun ikinci yönü ise, hava araçlarının gerek bilinen gerekse fark edilmeyen NBC kontaminasyonuna maruz kalmasıdır ki hem savaş şartlarında NBC kontamine bir uçağın indiği meydana oluşturacağı tehdit hem de barış şartlarında biyolojik ajanların kolaylıkla ve kısa sürede çok geniş alanlara yayılması açısından büyük öneme sahiptir.

Hava araçlarıyla oluşabilecek kontaminasyon tehdidini bilmek ve gerekli korunma yöntemlerini geliştirerek önlem almak şarttır.

ULUSAL TIBBİ NBC SAVUNMASI SEMPOZYUMU



15 – 16 MAYIS 2003

Düzenleme

TSK Sağlık Komutanlığı

Gülhane Askeri Tıp Akademisi