



Dr. İ. Hamit Hancı\*, Dr. Çağlar Özdemir\*\*

Kimyasal silahın kullanımının öncelikli hedefi, vücuda deri yoluyla, tercihen elbise ve hatta koruyucu elbiseden geçerek etki etmesi, daha sonra ise; deriye ulaşımı ile birlikte koruyucu maskeye nüfuz ederek ya da onu etkisizleştirerek, solunum sistemini korumasız bırakmaktır.

## **Öldürücü kimyasal ajanlardan;**

Sülfür levisit ve hardal deriyi ve gözleri yakıp kavurur, akciğerleri şoka uğratar, fosgen ve klorin gözleri tahriş ederler.

**Kan ajanları;** hidrojen siyanid, -doku, oksijen yetersizliği yaratan sinir ajanları- sarin ve VX gibi sinir iletimini önleyerek titremeye neden olur, solunum organları felciyle ölüme yol açar.

## **Sinir Ajanları**

Sinir ajanlarının üretimi son derecede karmaşıktır, kimyasal sürece gereksinim duyulmaktadır. Sinir gazları sıvı halde olup, gaz formunda değildir ve merkezi sinir sistemi için gerekli olan enzimleri bloke ederler. Sinir gazları genellikle G ve V ajanları olarak isimlendirilirler. Bugün üretilen sinir gazları genel olarak organik fosforlardan üretilir ve bunlar oda ısısında sıvı ya da bir bölümü uçucu haldedirler.

Sinir gazları etki açısından farklılık göstermesine karşın, bulunduğu zaman ya da deri tarafından emildiği zaman etkilerini gösterirler.

Karşılaşma yoluna göre belirtiler değişiklik gösterir. Buhar alımını izleyerek solunum sistemi belirtileri ortaya çıkarken, bulaşmış bir gıdanın ağız yoluyla alınmasıyla sindirim sistemi belirtileri önce görülür. Solunum yolu ile alınımında göğüste sıkışma hissi ilk belirtidir. Akciğerler tarafından hızlı bir biçimde emilen kimyasal ajan bir dakikadan kısa bir süre içerisinde yaygın sistemik bulgular görülmesine yol açabilir.

Karşılaşılan doz ile ilişkili olarak gözde yanma, ağrı, burun akıntısı, anksiyete, huzursuzluk, emosyonel labilite, tremor, baş ağrısı, konsantrasyon güçlüğü, bellek bozukluğu, apati, depresyon, kas seğirmeleri, kramplar görülebilir. Daha yüksek dozlarda ise

yaygın kas seğirmeleri, zorlu, yüzeysel solunum, bronşial sekresyonlarda artma, generalize konvülsiyon, konuşma bozukluğu, reflekslerin kaybı, koma ve ölüm görülebilir. Pin-point pupil, açıklanamayan burun akıntısı, göğüste sıkışma hissi, hızlı gelişen nikotinik, muskarinik ve santral sistemi belirtileri kimyasal ajan ile karşılaşmış olma olasılığını akla getirmelidir.

Mustardlar fiziksel özelliklerinden dolayı soğuğa ve ısı değişiklerine dirençlidirler. Yakıcı ajanlarla karşılaşılması ile belirtilerin ortaya çıkması arasında 2-24 saat arasında değişen bir ara (latent) dönem vardır ki, dekontaminasyon ve tedavi için geç kalınmış olabilir. Alınan doz çok yüksek ise genellikle 48 saat içerisinde akciğer ödemi, bronş sekresyonlarının oluşturduğu tıkaçlara bağlı mekanik asfiksi ya da bozulmuş immün yanıtın kolaylaştırdığı fırsatçı enfeksiyonlarla ölür.

Hardal, maruz kaldıktan birkaç saat geçinceye kadar deride herhangi bir hassasiyete ya da belirtiyeye neden olmaz. Etkisiz hale getirme süresi 12 saat kadardır. Normal etkilerinin tersine, İran-İrak Savaşı'nda İranlı askerlerin hardal taarruzunu algılamayıp hardalı emmiş elbiseleri giymeye devam etmeleri ve uzun süre buharını solumaları nedeniyle korkunç ölümler oluşmuştur.

Akciğer iritanları içerisindeki en tehlikeli ajan fosgendir. Normal hava ve iklim koşullarında 8.2 °C 'de kaynar. Buharının yoğunluğu havadan 3.4 kat daha fazla olduğundan özellikle çukurlarda ve düşük seviyeli bölgelerde uzun zaman etkisini kaybetmeden kalabilir. Düşük konsantrasyonlarda yeni biçilmiş çimen kokusuna benzer bir kokusu vardır. Fosgen, şok ajanı, gözleri tahriş eden ve solunum sistemini etkileyen bir ajandır. Yüksek dozlarda yoğun akciğer ödeme neden olarak bir kaç saat içerisinde ölüme yol açar.

**Kapasite düşürücü ajanlar:** Bu maddelerden özellikle CS, mukus membranlarında yüksek tahriş yaratan bir ajandır. CS, toplumsal olayların denetiminde

\* Prof.; Ankara Ü. Tıp Fak. Adli Tıp AD, Ankara

\*\* Araş. Gör.; Ankara Ü. Tıp Fak. Adli Tıp AD, Ankara

Dekontaminasyon zor, zaman alıcı ama zorunlu bir işlemdir. Kimyasal silahlara karşı korunmada yaşamsal önem taşır.

kullanılan katı tozun sınıflandırılması için kullanılan kod harfleridir (o-chlorobenzylmalonitrile). CS ve benzeri maddelerin kullanım amacı, kalıcı bir zarar vermeden geçici olarak insanların kapasitesini düşürmektir.

**Toksinler:** Doğal olarak büyük miktarlarda bulunan tek toksin, risindir. Kastor yağı üretiminin yan ürünüdür. Risin üretimi bir fiziksel ayrıştırma işlemidir. Toksin ayrıştırması ucuz ve kolaydır. Küçük bir donanım ile gerçekleştirilebilir. Diğer birçok toksin, laboratuvarlarda az miktarda ve gizlilik içinde organizmalardan elde edilebilir.

Biyoteknolojik gelişmeler daha önceleri elde edilmesi sorunlu olan büyük miktarda toksin üretmek için gerekli olanakları sunabilir.

**Korunma:** Kimyasal silahlara karşı korunma, dört ana köşe taşı üzerine kuruludur;

**Fiziksel Korunma:** Vücut korunması, solunum sistemi korunması, sivil halkın barınaklara ya da barınaklardan taşınması sırasında alınması gereken önlemler acil çözülmesi gereken sorunlardır. Bu da, sivil halkın kullanımına uygun hazırlanmış basit

koruyucu maskelerin üretilmesi zorunluluğunun bir göstergesidir. Bir kimyasal saldırı sırasında solunum yolları aerosol ve gazlara karşı, vücut ise sıvı ve katı partiküllere karşı korunmalıdır. Çocuklarda maske yerine hem solunum organlarını hem de vücudu koruyan özel ceketler kullanılması sıvı kimyasal ajanlar için daha uygundur. 12 ayıktan küçük bebekler koruyucu örtüler kullanılarak korunabilir. Sivil halkın kimyasal silahların etkinliğinin sınırlandırıldığı sığınaklara yönlendirilmesi alınabilecek en önemli ortak önlemdir. Büyük yerleşim merkezlerinde erken uyarı sistemleri geliştirilmeli, kimyasal saldırı sırasında halk sirenlerle ve radyolar aracılığı ile uyarılmalı, alınması gereken kişisel önlemler konusunda bilgilendirilmelidir. Sivil savunma uzmanları tüm aşamalarda aktif rol oynayarak eşgüdümü sağlamalıdır.

**Medikal Tedavi:** Kimyasal silahlar, etkileri, ve uygulanacak tedavi **Tablo 1**'de verilmiştir.

**Temizleme:** Kimyasal savaş ajanları toprakta, giysilerde, eşyalarda uzun süre kalabilirler. Bu nedenle, saldırıya uğrayanlar hem doğrudan etkilenirler, hem de kontamine (bulaşmış) toprak, giysi, eşya vb. materyalden dolayı ve sürekli olarak etkilenirler. Kalınlaştırıcı eklenerek viskozitesi artırılmış V ajanlarının dekontaminasyonu ise penetrasyon ve materyale yapışma yetenekleri nedeniyle çok daha güçtür.

En iyisi, koruyucu önlemlerle bulaşmayı en aza indirmektir. Bu da ancak gaz maskesi ve güvenli sığınakların varlığı ve bunların bilinçli ve disiplinli bir biçimde kullanımı ile sağlanabilir. Ayrıca eşyalar örtülüp, kapatılıp korunabilir, kolay dekontamine edilecek eşya ve malzeme seçilebilir.

### Dekontaminasyon Ajanları

#### 1- Kişisel Dekontaminasyon:

**Kullanılan ajanlar:** Sabunlu su deterjanlı, sodalı, hipokloritli, bikarbonatlı su. Fuller toprağı, magnezyum oksit ve klorlu kireç karışımı, adsorban pudra talk, kaolen, kil, buğday unu (hiçbir şey bulunmadığında) gazyağı, parafin, alkollü solvanlar.

**DİKKAT! Dekontaminasyon ajanlarının bazılarının kullanımıyla oluşan son ürünlerin toksik olabileceği, örneğin, sodalı suyun G tipi sinir gazlarına karşı etkili iken V tipi ile daha toksik bileşikler oluşturduğu; ayrıca sodanın korozif ve vezikan özellik gösterebileceği gözönünde bulundurulmalıdır.**

**Tablo 1. Kimyasal silahlar etkileri ve uygulanacak tedavi**

| Kimyasal Silah   | Etkileri   | Tedavi   |
|--|--|--|
| <b>Sinir gazları:</b> GA (Tabun), GB (Sarin), GD (Soman) VX                                  | Ani yaşamsal tehlike, göz, burun, akciğer ve sindirim sistemi etkileri, yüksek dozda genellikle ani bilinç kaybı, konvülsiyonlar, solunum durması, gevşek paralizi, oral ve nazal sekresyon artışı, şiddetli bronkokonstrüksiyon | Atropin sülfat + paralidoksim (protopam), klorür ya da obidoksim antidot uygulanması, ventilasyon (solunum desteği), diazepam. |
| <b>Yakıcı ajanlar:</b> HN <sub>3</sub> (azotlu hardal), HD (kükürtlü hardal)                 | Gecikmiş etkiler; yüksek dozda tedavi edilmezse yaşamsal tehlike. Eritem (kızarıklık), vezikül, yanık, göz, akciğer ve deri hasarı, solunum etkileri, lökopeni, trombositopeni, eritrosit azalması.                              | Doku hasarını önlemek için dekontaminasyon. Yanık tedavisi, göz tedavisi, pulmoner (akciğer) desteği.                          |
| <b>Akciğer iritanları:</b> CG (Fosgen):  | Yüksek dozda olası yaşamsal tehlike. Göz ve solunum iritasyonu, nefes darlığı, ağır pulmoner ödem, hipotansiyon, hipovolemi, bronkospazm, bronkosekresyon, sağ ventrikül (kalp) yetmezliği,                                      | Hastanın en az 4 saat sıkı gözlem altında tutulması, belirtilere yönelik tedavi.   |
| <b>Kan zehirleri:</b> AC (hidrosiyamik asit) CK (siyanojen klorürani)                        | Baş dönmesi, bulantı, kusma, halsizlik, solunum sıkıntısı, bilinç kaybı, konvülsiyonlar, apne (solunum durması), ölüm  | Amilnitrit + sodyum nitrit + sodyum tiyosülfat antidot uygulanması, solunum desteklenmesi.                                     |
| <b>Kargaşa bastırıcı ajanlar:</b> CN (Mase), CS  | Ender olarak yaşamsal tehlike, burun ve göz iritasyonu, öksürük, hafif nefes darlığı, yüksek dozda; kusma.   | Belirtilere yönelik tedavi.  |
| <b>Kapasite bozucu ajanlar:</b> Narkotik bileşikler (örn: fentanil), trankilizanlar BZ (QNB) | Olası yaşamsal tehlike (QNB: ender olarak yaşamsal tehlike) hipotansiyon, paralizi, bilinç kaybı   | QNB: fizostigmin salisilat) gözlemlenmemesi, belirtilere yönelik tedavi (gözlem altında tutma, sessiz dinlenme).               |

Sodanın organik çözücülerdeki çözeltileri, çoğu toksik ajanı yıkmalar. Ancak, başka hiçbir şeyin olmadığı acil durumlar dışında örneğin, deri dekontaminasyonunda kullanılmamalıdır.

**Bol su ve deterjan:** Etkili bir hidroliz sağlar. Ancak perboratlı deterjanlar sinir gazlarına karşı etkisizdir. Buna karşılık, perboratsız deterjanlar kullanıldığında V ajanlarının hidroliz ürünleri detoksifiye edilmez. Hardal gazı deterjanla enkapsüle edildiğinden suyla hidrolizi azalır. Ancak sudaki çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle, deterjansız suyla uzaklaştırmak güçtür.

**Hipoklorit çözeltisi (%0.5):** Bazı ajanlar için hipoklorit gibi bir alkali materyal ile dekompozisyon yararlı ve hatta gereklidir. Piyasadaki çamaşır sularının %5 sodyum hipoklorit içerdiği varsayılırsa, %0.5'lik hipoklorit çözeltisi, adi çamaşır suyunu 10 kez seyrelterek, yani 1 litre suya 10 çorba kaşığı (100 ml) çamaşır suyu eklenerek hazırlanabilir. Bu çözelti dikkatle uygulanır ve bol suyla durulanır. Bu seyreltik çözelti sinir gazları, yakıcı gazlar, kan gazları ve fosgenle bulaşmış derinin dekontaminasyonunda kullanılabilir.

\*Piyasada satılan çamaşır sularının hipoklorit içeriğinin %4-4.5 olduğu gözönünde bulundurulmalıdır.

**Kloramin çözeltisi:** Hardal gazları ve V ajanı için etkili iken, G tipi sinir ajanlarına etkisizdir.

**Sodyum tiyosülfat çözeltisi (%2.5):** Hardal gazı için spesifiktir.

**Alkollü yeşil sabun tentürü (ya da savon medikal):** Sinir gazlarında yararlıdır. Özellikle hastanelerde sağlık çalışanlarının kişisel temizliğinde kullanılması önerilmektedir.

**Hazır kişisel dekontaminasyon kiti:** MgO ve klorlu kireç karışımı bir adsorban pudra, sıvı-alkali sabun çözeltisi, temizleyici bez, tampon flaster-pad içerir. Önce pudranın etkilenen bölgeye dökülmesi, birkaç dakika sonra silkelenerek ikinci kez dökülmesi, 5-10 dakika beklendikten sonra temizleyici bez ile sabunla silinip, daha sonra, blister oluşan yere tampon pad uygulaması şeklinde kullanılır. Ayrıca sinir gazlarına karşı, sodyum kreozolat (Rusya'da) ve sodyum fenolat'ın (Amerikan ordusunda) alkollü çözeltileri kullanılmaktadır.

**2- Saha Dekontaminasyonu:** Kontamine toprak yüzeyinin uzaklaştırılması ve üzerine genellikle kireç ya da kireç kaymağı dökülmesi şeklinde yapılır.

### 3- Eşya, Malzeme, Donanım

#### Dekontaminasyonu:

i) **Hipoklorit (çamaşır suyu):** Hava saldırılarında cam ve kapı çerçevelerinin çamaşır suyuna bastırılmış havlu vb. materyalle tıkanması önerilebilir. Ancak serbestleşen klor gazının havasız ve küçük alanlarda iritan (tahriş edici) etkisini gösterebileceği unutulmamalıdır.

ii) Kimyasal silahların ileri derecede penetrasyonuna elverişli malzemenin dekontaminasyonunda **%70 Dietilentriamin %28 Etilen glikolmonoetiler %2 Kostik soda içeren DS2** çözeltisi kullanılmaktadır. Bu amaçla pazarlanan ticari preparatın bileşimi etilenglikoldialkil eterin morfolinli çözeltisi olup, bir organik halojen bileşiği eklenerek kullanılmaktadır.

**Fiziksel Dekontaminasyon Yöntemleri:** Isıtma- sıcak hava buharı ve kaynatma ile de eşya temizliği yapılabilir.

i) Sovyetler Birliği'nin TMS-67 denen dekontaminasyon aleti 130°C'lik sıcaklık sağlayan bir jet başlığı taşımakta olup, alanda teçhizat dekontaminasyonunda kullanılır.

ii) Kaynatma: Özellikle H ve V tipi ajanlara etkilidir.

#### 4- Besinlerin Dekontaminasyonu:

Kimyasal silah kullanımı yüzeysel su kaynaklarını, açıkta bırakılan ya da tahta, kağıt, karton kaplarda saklanan yiyecekleri kontamine eder. Ajan sıvı halde sinir gazı ya da yakıcı gaz ise kontamine olan sıvı ya da katı tüm besinler yok edilmelidir. Buhar halinde temasta sıvı besinler yine yok edilmelidir. Kuru besinler ise iki gün havalandırma, kaynatma ya da %2-3 NaHCO<sub>3</sub> ile yıkama ile dekontamine edilebilirler. İritan gazlarla temasta bol su ile yıkayıp 24 saat havalandırma yeterli olabilir. Siyanürün besinleri tehlikeli ölçüde kontamine etmesi çok olası değildir. Koruyucu önlem olarak tüm yiyeceklerin, ağız sıkıca kapalı cam, teneke ya da alüminyum kaplarda saklanması önerilmektedir.

#### Sağlık Çalışanlarının Kişisel Korunması:

**Önce Kendinizi Koruyunuz.** Bu, her kaza ya da savaş halinde ana kuraldır, ama kolayca unutulur. İran - Irak Savaşı'nda hardal gazına maruz kalıp da Avrupa hastanelerine gönderilen yaralıların tamamen dekontamine edildiği sanılmış ve sonuçta bu hastanelerdeki çalışanlar da ajana maruz kalıp, etkilenmiştir.

### Kişisel korunma için iki yöntem

**izlenmelidir:** Yeterli derecede koruyucu giysi giyilmelidir. Yaralının tamamen dekontamine olduğundan emin olunmalıdır. "Yeterli derecede koruyucu giyilmelidir" şu anlama gelmektedir: - Başlıklı, koruyucu bir maske - Geçirgen olmayan eldivenler - Geçirgen olmayan botlar - Geçirgen olmayan giysi (geçirgen olmayan kollu bir önlük ya da total korunma sağlayan bir giysi) yalnızca solunum bölgesini koruyan maskeler yeterli değildir, çünkü kimyasal savaş ajanlarının çoğu gözleri de etkiler.

**Ağızdan ağıza resusitasyondan kaçınılmalıdır. Hasta ya da salya, gastrik içerik vb. materyale direkt temas edilmemelidir.**

**Yaralının Dekontaminasyonu:** Yaralının doğrudan, hiçbir dekontaminasyon işlemi yapılmaksızın hastaneye getirilmesi hatadır. Hayatının kurtarılma şansı kontaminasyonun sürmesi nedeniyle yolda yitirilebilir. Ancak hastane öncesinde, alanda, tam bir dekontaminasyon yapıldığı da enderdir. Bu nedenle yaralının derisinde ya da giysilerinde kalan (özellikle sıvı haldeki) kimyasal ajanlar buharlaşabilir ve acil servisi ya da diğer tıbbi birimleri kontamine edebilir.

#### Deri Dekontaminasyonu:

Dekontaminasyonun yapılacağı yerde;

- Kullanılan suyun güvenli biçimde boşaltılıp uzaklaştırılması sağlanmalıdır.
- Toksik buharları uzaklaştırmak ve temizlemek için negatif basınçlı hava düzeneği bulunmalıdır. Dekontaminasyon genellikle kontaminasyon hattının dışında, fazla miktarda su ile, örneğin itfaiye hortumu ile, giysiler çıkarılarak yapılır. Ancak bunun, kışın, yaralı için başka sorunlar da yaratacağı dikkate alınmalıdır. Yıkama işlemine bol sıvı sabun kullanılarak devam edilmeli ve sonra yine suyla durulanmalıdır. Su, çoğu toksik kimyasal maddeleri seyreltir ve yıkayarak uzaklaştırır. Ancak bazı ajanlar için "hipoklorit" gibi bir alkali materyal ile dekompozisyon sağlanması daha yararlı, hatta gereklidir. Bu amaçla %0.5'lik hipoklorit çözeltisi kullanılabilir. Bu çözelti hastanın derisine dikkatle uygulanır ve bol suyla durulanır. Sinir gazları, kan gazları ve fosgenin dekontaminasyonunda bu uygulama etkilidir.

Yıkama işlemleri sırasında, yaralı deriyi ovmak toksik ajanın emilimini artırır.

**Göz Dekontaminasyonu:** Genel olarak yalnızca bol akarsu ile ya da serum fizyolojik

ile yapılması önerilir. Ancak hardal gazına maruz kalındığında %2.5'lik sodyum tiyosülfat çözeltisi ile yıkama önerilmektedir.

#### Sinir Gazları

1- Zehirlenen hastalar bol su altında yıkanarak soyulmalı, sonra sabunlu suyla yıkanıp durulanmalıdır. %0.5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi de kullanılabilir.

2- Gözlerin dekontaminasyonu suyla durulayıp %2'lik borik acid ya da %0.5'lik NaHCO<sub>3</sub> çözeltisi ile de yapılabilir.

3- Kontamine hastayla ilgilenecek sağlık çalışanlarının butil kauçuk eldiven, önlük giymesi, hatta respiratör kullanması gerekir.

4- Geçirgen olmayan plastikte ya da kauçukla bütünüyle kaplı olmayan deri eldiven ve diğer materyal güvenilir değildir.

5- Sağlık çalışanlarının ellerinin dekontaminasyonunda "su - sabun - %95'lik alkol - sabun - su" sırası ile yapılan yıkama işlemi en etkin yöntemdir.

6- Hastanın giysileri sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) ya da klorlu kireç dökülerek imha edilmeli ve gömülmelidir.

**Yakıcı Gazlar (Hardal Gazı):** Tedavide esas, hızla dekontaminasyon ve belirtilere yönelik tedavidir. Deri, göz, inhalasyon yolu ile temasta dekontaminasyon ajanı olarak %2.5'luk sodyum tiyosülfat kullanılır.

1- Deri ya da gözler önce bol su ile yıkanır, sonra %2.5'luk sodyum tiyosülfat ile yıkanarak nötralizasyon sağlanır.

2- İnhalasyon yoluyla temasta dekontaminasyon için ilk 15 dakika içinde %2.5'luk sodyum tiyosülfat buğusu yararlıdır.

3- Hardal gazının giyeceklerden ve deri eşyadan penetre olduğu unutulmamalıdır.

4- Kauçuk (butil) eldivenler ve giysiler birkaç saat süreyle koruyucudur.

5- Hastada tam bir dekontaminasyon sağlanana dek sağlık çalışanlarının gaz maskesi ya da respiratör kullanması ve koruyucu giysi giymesi gerekir.

**Fosgen ve Siyanür:** Dekontaminasyon bol su ve sabunla yapılır.

#### Özetle;

1. Gerek hasta gerekse sağlık çalışanlarının dekontaminasyonunda bol su ve sabun kullanımı en temel yöntemdir. Yaralıların hastaneye girişinde basınçlı bol su altında yıkanarak soyulduktan, tüm giyecekleri, yıkama sularının etrafı ve kişileri kontamine etmesi önlendikten sonra servislere taşınması gerekir. Unutulmaması gereken bir konu, bu



Koşullara bağlı kendini yok eden genler adı verilen gelişme ile organizmalar belirli bir çevrede önceden belirlenen miktarlarda kopyalandıktan sonra tamamen yok olacak biçimde programlanabilmektedir. Böylece, enfekte olmuş arazi belirli bir zaman sonra güvenlik içinde işgal edilebilecektir.

ajanların hidrolitik dekompozisyonlarının ekzotermik reaksiyonlar olduğudur.

2. Kontaminasyonun ve etkilenmenin söz konusu olduğu durumlarda, yukarıda söz edilen dekontaminasyon kitleri ya da diğer "alkali- adsorban"ların ilk önlem olarak bulundurulması gerekir.

3. Alan temizliği için kireç, kireç kaymağı, sodyum hipoklorit, kalsiyum hipoklorit (klorlu kireç), sodyum karbonat (çamaşır sodası), bol sabun ve deterjan bulundurulmalıdır.

4. Sinir gazları ile olan ağır zehirlenmelerde çalışanların respiratör kullanması, geçirgen olmayan butil kauçuğu eldiven kullanması gerekir.

5. Deri materyalin dekontaminasyonu son derece güç olduğundan yakılmalıdır.

**Kombine Yaralanmalar:** Konvansiyonel ve kimyasal silahların birlikte kullanılması halinde oluşan kombine yaralanmalar ek tanı, tedaviyi gerektirir. İki kimyasal savaş ajanının birlikte kullanımının da söz konusu olduğu dikkate alınmalıdır. Çocuklar, yaşlılar, hasta, hamileler yüksek risk altındadır.

**Tedavi:** Yalnızca birkaç kimyasal savaş ajanının özgül antidotu vardır.

Biyolojik maddeler kokusuz, tatsız ve aerosol bulutu halinde atıldığı zaman 1-5 micrometre ya da mikron boyutunda son derece küçük partiküllerden oluştuğundan insan gözüyle görülemez.

Ciddi bir etki yaratmak için yüzbinlerce ton kimyasal ajanın kullanılmasının gerektiği durumlarda birkaç kg'lık küçük miktardaki biyolojik ajanlar yüz binlerce kat daha fazla ölümcül etki yaratır.

#### **Biyolojik Silahların Etkileri**

Biyolojik organlar ya yaşayan organizmalar ya da ölüm ya da hastalıklara neden olan toksin gibi türlerden oluşur. Yaşayan organizmalar etkilerini gösterene kadar yaşayan hedeflerde çoğalırlarken, toksinler üreyemezler. Toksinler genellikle daha öldürücüdür, birkaç dakika ya da saat gibi görece çok çabuk ölüm ya da saf dışı bırakmaya neden olur.

Yaşayan organizmalar enfeksiyon ve belirtinin görünmesi arasında 24 saat ile 6 hafta arasında kuluçka devri gerektirir. Biyolojik taarruzlar büyük ölçüde paniğe neden olur.

Genetik mühendisliği öldürücülüğü artırmak için daha fazla patojen ya da toksin üreten genlerin geliştirilmesi için potansiyel

yaratmıştır. Bu biçimde normal halinden 100 kat daha fazla patojen olan ve toksin üreten hücreler elde edilmiştir.

Enfeksiyonu yayarken kararlılığı geliştirebilmek ancak genetik olarak güçlendirilmiş ajanlarla olanaklıdır. Bu biçimde kurumaya, ultraviyole ışınlarına, ısınmaya karşı patojenlerin dirençli olmaları sağlanır.

Belirli biyolojik ajanlara besleyici katkı maddesi kullanılması aerosol içinde yaşamda kalmalarını kuvvetlendirir. Bazı patojenlerin belli çevre koşullarında denetimli olarak varlıklarının sağlanması bile olanaklıdır.

**Biyolojik Silahlardan Korunma:** Birbiriyle bağlantılı beş aşamadan oluşmaktadır;

**Önleme:** Uluslararası silahsızlanma ve teftiş rejimleri biyolojik ajanların biyolojik savaş durumunda üretimini ve kullanımını caydırmaktadır.

**Korunma:** Biyolojik ajanlara karşı korunma yöntemleri sınırlıdır. Koruyucu elbiseler, maskeler kısa süreli koruma sağlayabilirler. Bununla birlikte, şarbon gibi etkinliğini uzun süre koruyabilen kimi ajanlar için bu tedbirler yalnızca ilk aşamada yararlı olabilirler.

**Tedavi:** Tedavi yöntemleri enfeksiyon gelişen kişilerde maruz kalınan ajanın belirlenebilmesine bağlıdır. Belirlenemiyorsa geniş spektrumlu yüksek doz antibiyotik tedavisi uygulanmalıdır. Ajanın belirlenmesi durumunda ise duyarlı antibiyotikler yeğlenerek tedaviye başlanmalıdır. Örneğin şarbon etkeni saptanmışsa; her iki saatte bir, iki milyon ünite penisilin tedavisi uygulanabilir. Toksinlere karşı uygun antidotlar varsa kullanılmalı, yoksa destek tedavisi uygulanmalıdır.

**Dekontaminasyon-Temizleme:** Zamanla dağılarak etkilerini yitiren kimyasal silahların tersine biyolojik silahlar zaman geçtikçe etkilerini artırıp çoğalabilirler. Şarbon toprakta en az kırk yıl aktif olarak kalır ve çevre koşullarına karşı dirençlidir.

Dünya klonlanma etliğini tartışırken asıl sorun olan genetik mühendislik yöntemi ile geliştirilmiş biyolojik silahlar gözden uzak kalmıştır. Olası bir biyolojik silah saldırısına karşı, yüksek teknik eğitim almış ekiplerin kurularak uluslararası işbirliği ile potansiyel biyolojik silah üretici ve kullanıcılarının yakından izlenmesi, hastanelerde bu tip saldırılar için özel donanımlı servisler oluşturulması, yapılacak olan ulusal felaket planlarının bir parçası olmalıdır.

#### **Kaynaklar**

<http://www.defenselink.mil/pubs/dswa/>

<http://www.milnet.com/milnet/nuclear.htm>

<http://www.ask.ne.jp/~hankaku/english/chronotbl.html>