

ADLİ BİLİMLER VE MİKROBİYOLOJİ

Öğr.Gör. Ayşim TUĞ

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı, Ankara

Özet

Mikrobiyoloji biliminin teorik ve pratik bilgilerinden biyolojik terör, biyolojik suç, besin zehirlenmeleri ve post mortem incelemelerde ölüm nedeninin tespiti ve çalışmaları yapan ekibin enfeksiyon riski için yararlanılmaktadır. Patojen organizmalar ve onların toksinleri biyolojik terör eylemlerinde, biyolojik suçlarda veya bilinçli olmayan mikroorganizma/toksin salınımı olaylarında silaha dönüşebilirler. Bu tür olaylarda delillerin tanımlanması, toplanması ve suçluların tespitine yönelik çalışmalar adli bilimlerin alt dallarından biri olan adli mikrobiyolojinin ilgi alanındadır. Adli mikrobiyoloji araştırmaları, olay yeri incelemesi, delil zinciri uygulamaları, delil toplama, taşıma, koruma, delil incelemeleri, sonuçları yorumlama ve mahkemeye sunma gibi klasik delil çalışmalarına ek olarak etkenin etiyojisinin ve tipini belirlemeye yönelik çalışmaları da içerir. Mikrobiyal etkenin belirlenmesi otopsi ekibinin enfeksiyondan korunması ve ölüm nedeninin tespiti açısından da önemlidir. Moleküler tiplendirme testleri ile şüphelinin mağdura human immunodeficiency virus (HIV) bulaştırması gibi suçların araştırılması mümkün olduğu gibi, genetik incelemelere ek olarak kimyasal ve fiziksel analizlerle biyolojik silahın hazırlanma, saklanma veya yayılımıyla ilgili bilgiler elde edilebilir. FBI'a bağlı olarak kurulan ve aralarında adli mikrobiyoloji uzmanlarının da bulunduğu farklı disiplinlerden bilim adamlarının olduğu çalışma grubu tarafından geliştirilen BioWatch olarak adlandırılan uyarı ve güvenlik programı ABD' nin otuz kentinde olası bir biyolojik terör saldırısına karşı önlem olarak başlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Adli mikrobiyoloji, biyolojik saldırı, biyo-suç, post mortem mikrobiyoloji.

FORENSIC SCIENCES AND MICROBIOLOGY

Summary

Theoretical and practical use of microbiology is essential for the cases such as biological terrorism, biological crime, food poisoning and post mortem investigations. Pathogen organisms and their toxins can be converted to bioweapons and used to commit bioterrorism and biocrime or inadvertent microorganism/toxin release. A new subfield of forensics called as "forensic microbiology" has formalized to focus on characterization of evidence from a bioterrorism act, biocrime and deter and attribute perpetrators of such acts. In addition to traditional forensic evidence investigations, forensic microbiological investigations involve crime scene investigation, chain of custody practices, evidence collection, handling and preservation, evidence shipping, analysis of evidence, interpretation of results, court presentation and attempt to determine the etiology and identity of the causal agent. To determine the microbial agent is also the main aim in autopsy microbiology to save autopsy team and establish the cause of death. In addition to molecular typing, such as with cases of human immunodeficiency virus transmission between suspect and victim, chemical and physical assays may help determine the process used to prepare, store, or disseminate the bioweapon..A scientific working group has been organized by FBI and a security program, developed the group including microbial forensics, named as BioWatch, has been initiated in thirty US. cities against possible biological attack.

Keywords: Forensic microbiology, biological attack. bio-crime, post mortem microbiology.

Giriş

Mikrobiyoloji sözcüğü Yunanca'da mikros (küçük), bios (yaşam) ve logos (bilim) sözcüklerinin birleşiminden oluşmuştur. Bu bilim dalı, mikroorganizmaların özelliklerinden, yüksek canlılarla ve birbirleri ile olan ilişkilerinden, laboratuvar incelemeleri ile ilgili yöntemlerden söz eder. Mikroorganizmaların türleri ve özellikleri hakkında bilgimiz arttıkça oluşturdukları zararlı etkilerin insanların zararına kullanılması, dolayısıyla insana ve çevreye yönelik suç olayları gündeme girmiştir. Bu tür olaylarda suç aleti ve suçun işleniş şekli diğer suçlardan farklı olduğu için araştırmaların mikrobiyoloji ve adli uygulamalar konusunda uzman kişiler tarafından yapılması gerekmektedir. Özellikle son yıllarda mikroorganizmaların silah olarak kullanıldığı olayların artması, mikroorganizmaları ve etkilerini bilen, aynı zamanda olaya adli yaklaşım konusunda bilgi sahibi olan adli mikrobiyoloji uzmanlarını ve adli mikrobiyolojiyi ön plana çıkarmıştır. Adli mikrobiyolojinin çalışma alanı iki ana başlık altında toplanabilir. Bunların ilki, biyolojik terör, biyolojik suç ve hata, ihmal veya kaza kaynaklı mikroorganizma-toksin salınımlarından sonra delillerin incelendiği ve değerlendirildiği çalışmalardır. Bunun yanı sıra adli mikrobiyologlar hayvansal ve bitkisel besinlerde üreyen mikroorganizmalar veya toksinlerinin alınımıyla oluşan zehirlenmelerde ve gıdalarla ilgili suç sayılan uygulamaların araştırılmasında görev almaktadırlar (1,2).

Biyolojik Savaş

Biyolojik savaş; politik, dini, ekolojik veya ideolojik nedenlerle, mikroorganizmaların veya biyolojik kaynaklı toksik maddelerin bireyler veya gruplar tarafından, bir ülkenin askeri kuvvetlerinde, halkında, faydalanılan hayvanlarında ve bitkilerinde hastalık oluşturmak veya ölümlerine neden olmak amacıyla kullanılmasıdır. Kullanılan biyolojik etken, bakteri, virüs gibi mikroorganizmalar, canlı organizma tarafından üretilen toksinler, proteinler, bazı eukaryotlar ve bitkiler olabilmektedir(3). İnsanlık tarihinin birçok döneminde biyolojik etkenler kişiler, gruplar ve devletler tarafından ideolojik, politik amaçlarla veya maddi kazanç sağlamak amacıyla kullanılmışlardır. İlk kez 6.yüzyılda kullanıldığı bilinen bu silahların en etkililerinden biri olan şarbon etkeninin laboratuvarında üretilen bir tipini Japonya 1937 yılında Çin'li esirler üzerinde denemiştir. Kod adı "Unit 731" olan proje üç binden fazla esirin ölümüne neden olmuştur. İngilizler, 1952 yılında Afrika'nın bağımsızlığı için mücadele eden Mau Mau örgütü üyelerinin, günümüzde Kenya toprakları olan bölgede çiftlik hayvanlarının besinlerine bitkisel bir toksin kattıklarını, ancak o günün koşullarının bunu ispatlamakta yetersiz kaldığını belirtmektedirler. Rusya'da 1979 yılında meydana gelen kazada, şarbon etkeninin inhalasyonu nedeniyle 66 kişi yaşamını kaybetmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1984 yılında kendilerini Rajneesheeler olarak tanımlayan dini bir grubun Salmonella typhimurium bakterisi ile salata barlarında başlattığı gıda zehirlenmesi olayında 751 kişiyi etkilenmiş, şans eseri ölen olmamıştır. Aum Shinrikyo tarikatı tarafından Tokyo metrosunda gerçekleştirilen sarin gazı saldırısından sonra Japon polislerinin araştırmaları tarikatın üyeleri arasında bulunan mikrobiyoloji uzmanlarının Botulinum toksini, şarbon, Q ateşi etkeni olan patojenlerin yanı sıra Ebola virusunun kültüvasyonu üzerinde çalıştıklarını ancak henüz biyolojik silah aşamasına gelmediklerini ortaya çıkarmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2001 yılında şarbon etkeninin posta yoluyla gönderilmesi gibi basit bir yolla gerçekleştirilen biyolojik terör eylemleri ölümlere neden olmuş ve toplumda uzun süreli paniğe yol açmıştır.

Hedef gruba veya ülkeye yapılan bu tür direkt uygulamaların dışında indirekt biyolojik savaş olağan uygulama haline gelmiştir. Özellikle savaşlarda sivil popülasyonun bombalanması, hastane hizmetlerinin yetersiz kalması ve yaşam koşullarının zorlaşması toplumda bulaşıcı hastalıkların yayılması için uygun ortam oluşturduğundan bu durum düşmanın zayıf bırakılma yöntemlerinden biri olarak kullanılmaktadır. İkinci Dünya Savaşı'nda Naziler toplama kamplarında beslenme ve yaşam koşullarının kötü olmasının bir süre sonra esirler arasında bulaşıcı hastalıkların yayılmasını sağlayacağını bildiklerinden koşulları özellikle olumsuz hale getirmişlerdir(3-5).

Biyolojik silahlar üretimlerinin kolay ve ucuz olması nedeniyle “fakirlerin kitle imha silahları” olarak tanımlanmaktadır (6). Özellikle son yıllarda terör örgütlerinin sivilleri hedef alması ve olabildiğince çok sayıda insanın ölümünü amaçlayan eylemlere yönelmesi düşünüldüğünde biyolojik etkenler terör eylemleri için çok uygun materyallerdir. Sadece canlı yaşama ve yaşam kaynaklarına zarar verirken mala zarar vermemeleri savaş mantığı içinde bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Uygun ortamlarda kendilerini çoğaltabilmeleri, çevresel koşullara adaptasyonlarının güçlü olması ve tüm koruyucu önlemleri etkisiz kılacak şekilde kendilerini mutasyona uğratabilmeleri, üretimleri için özel fabrikalar veya pahalı teçhizat gerekmemesi, istihbarat ve önlem alma çalışmalarının güç olması terör eylemlerinde tercih edilme nedenlerinden birkaçıdır. Ayrıca olumsuz depolama ve çevre koşullarına dayanıklılıkları fazladır. Mikroorganizmaların veya toksinlerin küçük miktarları dahi çok sayıda insanın ölümüne yol açabilmektedir. Vücuda çeşitli yollardan girebilen bu etkenlerin teşhis ve tedavileri güç olup, çok zaman almakta ve ekonomik olarak hedef ülkede önemli kayba neden olmaktadır. Gizlenmeleri kolay olduğundan istihbarat çalışmaları yetersiz kalabilmektedir (7).

Özellikle terör eylemlerinde tercih edilmelerini sağlayan bu avantajlarına karşın biyolojik etkenlerin kullanımını sınırlayıcı bazı durumlar da söz konusudur. Isı, hava şartları ve topografik yapı özellikleri etki derecesini değiştirebildiğinden etkilerinin önceden tahmin edilmesi ve kontrolü zordur. Bu silahlar üreten ülke için de risk kaynağıdır, kendi halkını korumak için yoğun aşılama veya antibiyotik kullanımı gibi uygulamaların hedef olabilecek ülkelerin dikkatini çekmesi ve önlem alınması söz konusu olabilmektedir. Ayrıca biyolojik ajanlar doğru bir şekilde tespit edildiklerinde savunma kimyasal ajanlara karşı savunmadan daha kolay olmaktadır. Patojenlerin bir kısmının ortamda uzun süre kalıcı olmasına karşın, birçok biyolojik ajanın etkisi kısa sürede azalmaktadır. Bazı patojenlerin sporlarının ölümcül formasyonu toprakta onlarca yıl kalabildiğinden uzun vadede tehlikelerini sürdürmektedirler. Bu mikroorganizmaların kullanımı durumunda biyolojik etkeni kullanan tarafın işgal etmek veya geçmek istediği hareket alanı da kirletilmiş olacağından bu durum koruyucu elbise kullanma ihtiyacı ile ciddi dekontaminasyon gereksinimlerini beraberinde getirmektedir (7,8).

Bu özelliklerin tümü göz önüne alındığında, patojenler, enfeksiyonlar, epidemiyoloji, genetik uygulamalar konusunda yeterli bilgiye sahip olan ve aynı zamanda delil, delil toplama gibi uygulamaları da bilen uzmanların yetiştirilmesi gereği ön plana çıkmıştır. Bu özel ekiplerin kurulmasının ilk adımı ABD’de 2001 yılında yaşanan şarbonlu mektup olaylarından sonra başlatılmış ve Federal Soruşturma Bürosu (FBI) ile ortak çalışmalar yapmak üzere Mikrobiyal Genetikçiler ve Adli Bilimciler Bilimsel Çalışma Grubu (Scientific Working Group on Microbial Genetics and Forensics - SWGMGF) oluşturulmuştur. İlgili bilim dallarından uzmanların oluşturduğu bu grup bir patojenin biyolojik silah olabilme potansiyeli ile ilgili kriterleri şöyle açıklamaktadır:

- Kolay bulunur olması,
- Kültürünün yapılabilmesi
- Stabilitesi,
- Yayılma kapasitesi,
- Çevre koşullarına dayanıklılığı,
- Bulaşabilirlik özelliği,
- Konak hassasiyeti,
- Tedavisinin ve kontrol mekanizmasının olması,
- Salgın yapabilmesi
- Suçu işleyene de zarar verme potansiyelinin olması (9).

Biyolojik teröre karşı oluşturulan ve temel amacı kayıpları en aza indirmek olan planların hazırlık, önleme, erken fark etme, biyolojik ajanı analiz etme ve tanımlama aşamaları vardır (10). Olayın bireyin ve toplumun sağlığı açısından taşıdığı önemin yanı sıra adli yönünün de bulunması nedeniyle son dönemde kabul gören yaklaşım adli mikrobiyoloji alanında uzmanlaşanların aşamaların tümünde görev yapmalarıdır. ABD’de bu çalışmaları yürütmek üzere İç Güvenlik Birimine bağlı olan ve

çalışmalarını FBI ile birlikte yürüten adli mikrobiyoloji laboratuvarı National Bioforensics Analysis Center (NBFAC) kurulmuştur. 2004 yılında üst düzey devlet yetkililerinin ve farklı bilim dallarından uzmanların katılımıyla gerçekleşen toplantılarda adli mikrobiyologların ulusal ve uluslararası düzeyde yapılacak çalışmalara katkıları üzerinde özellikle durulmuştur (11).

Biyolojik Suç

Biyolojik etkenlerin bir devlet veya grup tarafından topluma yönelik saldırı amacıyla kullanılması durumunda biyolojik savaş tanımı yapılmaktadır. Bu etkenler bireye yönelik olarak kullanıldığında eylemin biyolojik suç olarak tanımlanması son zamanlarda benimsenen bir yaklaşım olmuştur. Biyo-suç belirli kişi veya kişilere yönelik olmasıyla diğer suç türleri ile benzerlik göstermekle birlikte kullanılan silah tamamen farklıdır ve biyolojik silahın kullanıldığı bir suç olayı biyoterörizm kadar önemlidir (12). Diğer suçlarla karşılaştırıldığında daha az görülmekle birlikte, kullanılan organizmanın ve suçlunun tespiti açısından önemle incelenmelidir (Tablo 1). Biyolojik suçların bazılarında kişinin taşıyıcı olduğu biyolojik etkeni bilinçli olarak veya farkında olmadan çevredekilere bulaştırması söz konusudur. Etkeni bir virüs olan edinsel immün yetmezlik sendromu (AIDS) bu durumun en sık rastlanan örneğidir. Hastalığın etkeni olan Human Immunodeficiency Virus (HIV) son zamanlarda bireysel suç olaylarında kullanılan doğal kaynaklı bir patojendir. Mikrobiyal Genetikçiler ve Adli Bilimciler Bilimsel Çalışma Grubu' nun bir patojenin silah olarak tanımlanması ile ilgili kriterlerine göre değerlendirildiğinde HIV iyi bir silah olarak tanımlanamaz. Çevre koşullarına dayanıklı olmaması, invaziv temas veya kan yolu ile bulaşmaması halinde bulaşın gerçekleşmemesi nedeniyle topluma karşı kullanılsa da bireysel suçlarda kullanılmıştır. Konakçıda on yıldan uzun süre latent periyodunun olması ve dünyada çok sayıda insanda bulunması bu virüsü biyolojik suç aracı olarak iyi bir seçenek haline getirmiştir. Literatürde HIV pozitif tanısı konulan hekimlerin ve diş hekimlerinin hastalarına veya virüsü bulaştırmaları ile ilgili yayınlar bulunmaktadır. Aynı şekilde AIDS olduğunu bildiği halde eşine veya çok sayıda kadına cinsel yolla hastalığı bulaştıran kişilerle ilgili haberler medyada da yer almaktadır (12-14). Genel olarak kişinin HIV pozitif olduğunu bilmesi, bu konuda karşı tarafı bilgilendirmemiş olması ve etkeni kanın parenteral transferi veya kan ürünleri, tecavüz veya rıza ile gerçekleşen vajinal, anal, oral cinsel ilişki, ortak şırınga kullanımı yoluyla aktarması eylemin suç olarak kabul edilmesi için aranan kriterlerdir ve birçok ülkede bu kriterlerin saptanması durumunda suç, adam öldürme suçu olarak değerlendirilmektedir (15).

Tablo 1. Biyolojik ajanlarla gerçekleştiği kesinleşen ve ölümlü sonuçlanan biyolojik suçlar (W. Seth Carus, Bioterrorism and Biocrimes- The Illicit Use of Biological Agents Since 1900 Center for Counterproliferation Research National Defense University Washington, D.C,1998,s:29)

Vaka	Yer/tarih	Sonuç	Etken
Waite-Peck	New York 1916	1 ölü	Belirlenemedi
O'Brien deLacy-Dr.Pantchenko	Rusya,1910	1 ölü	Difteri toksininin direkt enjeksiyonu
Girard-Pernotte ve Monin	Fransa 1910	2 ölü	S.typhi ve türü bilinmeyen zehirli bir mantarla gıda kontaminasyonu
Pandey-Pandey	Hindistan 1933	1 ölü	Y.pestis'in direkt enjeksiyonu
Takahashi-Inukai,Yanagida,Nakayama	Japonya,1936	3 ölü	S.typhi ile gıda kontaminasyonu
Hirose-Kato	Japonya,1939	1 ölü	S.typhi ve S.paratyphi ile gıda kontaminasyonu
Farlow-Pearce	Avustralya 1990	1 ölü	HIV + kanın direkt enjeksiyonu

Besin Zehirlenmeleri

Besin zehirlenmeleri, hayvansal ve bitkisel besinlerin uygun olmayan koşullarda üretilmesi sonucu üreyen mikroorganizmaların veya onların toksinlerinin yenmesiyle oluşan zehirlenmelerdir. Bu duruma gıdaların uygun olmayan ortamlarda üretilmeleri, üretim kurallarına uyulmaması, uygun olmayan veya kalitesiz maddelerin kullanılması yol açabilmektedir. Türkiye' de Umumi Hıfzısıhha Kanunu ve Türk Ceza Kanunu ile bu tür durumlar tanımlanarak verilecek cezalar belirlenmiştir. Bunların yanı sıra

gıdalara bilinçli ve/veya bilinçsiz olarak mikrop bulaştırarak insanlarda hastalık oluşmasına veya ölümlere neden olan eylemler de vardır. Bulaşıcı bir hastalığın etkenini taşıyan kişilerin neden olduğu salgınlarda hastalığın türüne bağlı olarak bazen çok sayıda kişi ölmektedir. 2002 yılında Çin’de yüzlerce kişinin etkilendiği ve 41 kişinin öldüğü besin zehirlenmesi olayı, hayvansal ve bitkisel besinlerin uygun olmayan koşullarda üretilmesi sonucu üreyen mikroorganizmaların veya onların toksinlerinin yenmesiyle oluşan toplumsal boyutlu zehirlenmelerin bir örneğidir(16). Literatüre “Typhoid Mary” vakası olarak geçen olayda Amerika Birleşik Devletleri’nde bir tatil yerinde 1907 yılında başlayan tifo salgınının nedenini araştıran ekipler su ve yiyecek kaynaklarının temiz çıkması üzerine kaynağı belirlemeye yönelik çalışmalar konusunda yetersiz kalmışlardır. Bu tür salgınlarının araştırılmasında merakı nedeniyle deneyimi olan bir mühendisin çalışmaları sonucunda tatil için yöreye gelen bir ailenin yemeklerini pişiren Mary Manson’ın tifo taşıyıcısı olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın iletilmesiyle 1900-1907 yılları arasında çok sayıda kişinin hastalanmasına ve bir kişinin de ölümüne neden olan tifo salgınlarının da aynı kadından kaynaklandığı ortaya çıkarılmıştır. Mary Manson bilinçli olarak salgına neden olmadığı için cezalandırılmamış ancak izole edilmiştir (17).

Mikroorganizmaların kişiler veya örgütler tarafından farklı amaçlarla toplumun besin kaynaklarına yönelik olarak kullanıldığı olaylara da rastlanılmaktadır. ABD’ de yaşanan bir tifo salgınında etkeni belirleme çalışmaları sırasında elde edilen deliller, etkenin yerel seçimin sonuçlarını etkilemek için dini bir grup tarafından kullanıldığını ortaya çıkarmıştır. Panik yaratarak oy dağılımını değiştirmek isteyen grup bölgedeki restoranların salata barlarına Salmonella typhi bakterisi bulaştırarak 751 kişinin hastalanmasına neden olmuştur (18). Herhangi bir amaçla gıdalara toksik madde katanların bu eylemleri suç teşkil ettiğinden bu kişiler ülkelere göre değişen sürelerde ve şekillerde ceza almaktadırlar. Türkiye’ de gıdaların üretimi, tüketimi ve denetlenmesi ile ilgili yasal düzenlemeler, halkın içeceği sulara ve yiyeceği veya içeceği her çeşit maddeye zehir katarak ve sair suretle bozarak halkın sağlığının tehlikeye sokulmasını 2-15 yıl (TCK 185/1); eylem dikkat ve özen yükümlülüğüne aykırı olarak işlenmişse 3 ay-bir yıl arasında hapisle cezalandırılmasını öngörmektedir (185/2). Bozulmuş veya değiştirilmiş gıda ve ilaç ticareti ile ilgili hükümler TCK 186. maddede hapis ve para cezası ile cezalandırılmaktadır. Eylem müessir fiil ise veya öldürmek kastı ile gerçekleştirilmiş ise 407. madde uygulanmaktadır (19).

Güncel Gelişmeler

Biyolojik silahların kullanıldığı olaylar ölümlere ve yaralanmalara neden olmanın yanı sıra yüksek oranda ekonomik kayıplara ve toplumsal düzeyde korkuya neden olmaktadır. Örneğin ABD’de 2001 yılındaki mektupla şarbon saldırılarından sonra güvenlik önlemi olarak bazı devlet birimleri tamamen kontrol edilip temiz olduğu belirlenene kadar kapatılmıştır. Posta idaresi 1.4 milyar dolar harcayarak 253 noktaya biyolojik ajan uyarı sistemi yerleştirmiştir. İçişleri Bakanlığı da 60 milyon dolar harcama yaparak Amerika’nın 30 kentine BioWatch adı verilen bir güvenlik sistemi kurdu muştur. Hava dedektörü olarak çalışan sistemin sensör filtreleri düzenli olarak kontrol edilmekte uyarı durumunda ve laboratuvarlarda PCR analizi ile bakteri tanımlanmaktadır. Savunma Bakanlığı da beş yıllık bir program içinde ülke içindeki ve dışındaki 200 askeri üsse biyolojik saldırı uyarı sistemi yerleştirmektedir (10,20).

Bir biyolojik saldırıda belirtiler hemen ortaya çıkmayabileceğinden rutin tanı yöntemleri, epidemiyolojik araştırmalar ve suç araştırması birbirine bağlı yürütülmelidir. Bu çalışmaların bütünlüğünün ve ekip çalışmasının önemi anlaşıldığından biyolojik terör ve biyolojik suç olaylarında delil toplama ve adli araştırmalar konusunda görev yapacak kolluk güçlerine, mikrobiyologlara, epidemiyologlara ve halk sağlığı uzmanlarına yönelik eğitim çalışmaları başlatılmıştır. 2002 yılında Amerika da toplanan mikrobiyoloji, ekoloji, genetik, biyoinformatik, adli bilimler, kimya ve klinik mikrobiyoloji uzmanları, adli mikrobiyoloji ve biyolojik bir saldırı olması durumunda kullanılan mikroorganizmaların ve saldırganın tespitine yarayacak delillerin incelenmesi konusunda bilgilendirilmişlerdir. Mikrobiyal Genetikçiler ve Adli Bilimciler Bilimsel Çalışma Grubu (SWGMP) bu

alanda eğitim çalışmalarının yanında uyarı ve terminoloji standartlarının oluşturulması, kalite kontrolü, veri paylaşımı, alarm durumunda standart çalışma programının hazırlanması çalışmalarını sürdürmektedir (10).

Bio-terör veya bio-suç olaylarından sonra olay yerinden elde edilen mikrobiyolojik ajanın genetik yapısının belirlenmesi mikroorganizmaların klonal yapısı, populasyon ve filogenetik veri tabanının yetersizliği gibi nedenlerle insan DNA analizindeki gibi eşsiz profil vermese de kalitatif ve kantitatif genetik çalışmalar önem taşımaktadır. DNA'nın ekstraksiyonundan sonra PCR tekniği ile çoğaltılan hedef bölgelerin başında protein sentezinden sorumlu olan ribozomun bir parçası olan 16s rRNA gelmektedir. Tüm canlılarda benzer özelliklere sahip olan bu bölgenin bazı bölümleri mikroorganizmaların türleri arasında ve bir türün içinde küçük farklılıklar göstermektedir. Bu bölgenin PCR ile çoğaltılması mikrobiyal ajanın genetik yapısının belirlenmesini sağlamaktadır. Mikrobiyal delillerin ve referans örneklerin genetik profilinin ortaya konulmasından sonra aynı kaynaktan gelip gelmediği, etkenin laboratuvar veya doğal kaynaklı olduğunun ayrımı yapılabilmekte, mutajenik işlemlerin uygulanıp uygulanmadığı belirlenebilmektedir. Bioterör saldırısında kullanılan bakterinin tüm genomunun sekanslanması giderek daha sık kullanılacak bir yöntem olacaktır (21). Bununla birlikte gelecek açısından belki de en korkutucu nokta hem saldıranın hem de savunanın aynı hızla ve aynı yöntemleri kullanarak hazırlanıyor olmasıdır. Moleküler biyoloji, mikrobiyoloji ve genetik mühendisliği alanlarındaki gelişmelerin biyolojik silah yapımını da etkilediği ve biyolojik silah yapımında kaygı verici gelişmeler olacağı düşünülmektedir. Doğada bulunan mikroorganizmaların yanısıra yapay olarak üretilen biyolojik silahlar moleküler genetik alanındaki gelişmelere bağlı olarak daha spesifik hedefe yönelik kullanılabilecektir. Özellikle insan genomunun ve biyolojik mekanizmaların çözülmesi ile belirli fiziksel özelliklere sahip toplulukları hedef alan saldırıların gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır. Genetik düzenlemelerle çevresel etkenlere dayanıklı olmayan bir toksinin daha dayanıklı dolayısıyla daha etkili olması sağlanabilecektir. Patojen olmayan mikroorganizmalardan genetik modifikasyonla patojen mikroorganizmalar üretilmesi belirlenmelerini daha da zorlaştıracaktır. Biyolojik bir silah ajanı ile yapılan saldırı genellikle gizli olduğundan saldırının tespit edilebilmesi için değişik biyolojik ajanlarla ilgili klinik sendromların tanınması gerekmektedir. Biyolojik örneğin tanımlanabilmesi öncelikli kriter olduğundan uzmanın antijen ve antikorların stabilitesi hakkında bilgi sahibi olması önem taşımaktadır. Bu bilgiler suçla ilgili olduğu düşünülen kişilerin tespitinde de gereklidir. Patojene karşı en stabil ve spesifik konakçı yanıtı patojen veya toksin antijenine karşı antikor oluşumudur. Ayrıca antibiyotiklerin farmokokinetiği bilgi verebilir. Bir antibiyotiğin vücutta ne kadar süre kaldığı, hangi dokularda depolandığı ve hangi sürelerde yararlı olduğu gibi bilgiler önemlidir. (2-4). Post mortem örneklerde antibiyotiklerin tespiti kişinin ölüm öncesinde bir enfeksiyon hikayesinin göstergesi olduğundan önemli bir bulgudur. Her antibiyotiğin kendine özgü kimyasal yapısı post mortem örneklerde kromatografik yöntemlerle belirlenebilmektedirler.

Adli mikrobiyoloji uzmanlarının çalışmaları adli bilimlerin diğer alanlarında olduğu gibi olay yeri incelemesi, delil zinciri, delil toplama ve taşıma, delil incelemesi, sonuçların yorumlanarak değerlendirilmesi aşamalarını içermektedir. Bir biyolojik saldırı olduğunda delillerin toplanması etkeni belirlemek ve yayılmasını önlemek kadar önem taşımaktadır. Ancak biyolojik etkenin delil olarak toplanması, laboratuvar incelemeleri için yeterli miktarda örneğin alınması saklanması, laboratuvara ulaştırılması diğer suç türlerinden farklı kriterler içerdiği gibi kendi içinde de farklı uygulamalar gerektirebilmektedir. Örneğin şarbon için uygun olan toplama ve saklama yöntemleri diğer patojenler için uygun olmayabilmektedir. Diğer tür deliller için geliştirilen türde standart mikrobiyal delil toplama kiti bulunmamaktadır. Mikroorganizmaların klonal çoğalma özellikleri nedeniyle aynı genetik profili paylaşmaları kaynağa ulaşmayı güçleştirmektedir. Dolayısıyla mikrobiyal genom yöntemlerinin rutin uygulamaya geçmesine kadar geleneksel adli DNA analizleri, parmakizi araştırmaları, kimyasal analizler, iz incelemeleri ve diğer teknikler bioterörist saldırı ve bio-suç olaylarını aydınlatmada temel öneme sahip olmayı sürdürecektir (22)

Biyolojik silahların üretim avantajları biyolojik savaşlarda istihbaratın gücünü sınırlamaktadır. Bilgi ne derece elde edilirse edilsin tarım ve gıda üretimi ve dağıtımını yüzde yüz güvenli hale getirmek neredeyse olanaksızdır. Bununla birlikte hayvan, bitki, gıda patojenlerini ve toksinleri iyi bilmek adli birimler, haberalma, tarım, toplum sağlığı ve iç güvenlik açısından önemlidir.

Ölüm Sonrası İncelemelerde Mikrobiyoloji

Adli otopsi ile mikrobiyolojinin teorik ve pratik bilgileri temel olarak iki konuda bağlantılıdır.

- Cesetle ilgili çalışmaları yürüten ekiplerin enfekte olma riski
- Ölüm nedeninin patojen bir mikroorganizmaya bağlı olup olmadığının tespiti

Bir cesetle ilgili post mortem çalışmaların farklı aşamalarını yürüten olay yeri inceleme ekibi elemanları, adli tıp uzmanı hekimler ve otopsi teknisyenleri ile toksikoloji, genetik, mikrobiyoloji laboratuvarı personeli vücut sıvıları, yumuşak doku ve kemiklerle doğrudan temas ettiklerinden yüksek enfeksiyon riski altındadırlar (23). Güney Afrika da yapılan bir çalışma her beş otopsinin birinin viral patojenlerin bulaşma riski taşıdığı belirlenmiştir (24).

Otopsi sırasında patojen mikroorganizmaların solunum, inokulasyon, temas gibi yollarla bulaşması ölümle sonuçlanabilen ciddi bir durumdur. Stetoskobun mucidi René Laennec (1781–1826); histolojinin babası olarak bilinen Xavier Bichat (1771–1802) tüberkülozlu kadavraların otopsisinde enfekte olarak yaşamlarını yitirmişlerdir. Finlandiya’da yapılan bir çalışmada otopsi sırasında tüberküloz etkeni ile enfekte olma riskinin enfeksiyon hastalıkları ile ilgili kliniklerde çalışanlarda % 4 iken adli patoloji uzmanlarında %10 olduğu belirlenmiştir. Yüksek risk nedeniyle İngiltere’de viral hemorajik ateş gibi hastalıklardan ölen kişilerin otopsisinin gerekli donanımın olmadığı merkezlerde yapılması yasaklanmıştır (25). Mycobacterium tuberculosis, HIV, Hepatit B ve Hepatit C virusu, Streptococcus pyogenes, Neisseria meningitidis, Herpes virüsü, Hanta virüs, çiçek virüsü gibi post mortem bulaşma riski yüksek mikroorganizmaların neden olduğu hastalıkların tanısı konulmamış olabilir. Bunun yanı sıra otopside de gözle görülür değişiklikler oluşmayabilir, uyuşturucu bağımlılığı, eşcinsellik gibi durumlar sosyal ve kültürel kısıtlayıcı nedenlerle gizli kalmış olabilir veya endemik bölgelerden göç-seyahat öyküsü gibi bilgiler kişinin ölüm öncesi hikayesinde yer almayabilir (26). Risk oluşturan mikroorganizmaların cesette ne kadar süreyle canlı kaldıklarını, çevresel koşulların canlılık süresine etkisini bilmek de otopsi salonu kaynaklı enfeksiyonlardan korunmada önemlidir. Bazı mikroorganizmaların fiziksel veya kimyasal dekontaminasyon yöntemlerine ve yüksek ısıya dayanıklı olması, formalinle fiske edilmiş parafinli örneklerin de enfeksiyon riski taşıması nedeniyle etkenler ve korunma yöntemleri konusunda bilgili ve duyarlı olunması, her vakaya potansiyel yüksek enfeksiyon riski taşıdığı düşüncesiyle önlem alınması yaşamsal önem taşımaktadır (27-29).

Mikrobiyolojik incelemeler ölüm nedeninin patojen bir mikroorganizma olup olmadığının tespitinde çözüm sağlayan tekniklerdir. Ölüm nedenini bulmaya yönelik olarak otopside alınan biyolojik materyallerin incelenerek bakteri, virüs, mantar, parazit tanımının yapılması gerekir. Özellikle ani ölümlerde ve diğer otopsi bulgularının tek başına açıklayıcı olmadığı durumlarda mikrobiyolojik yöntemler ölüm nedeninin saptanmasında belirleyici olabilir. Septisemi, bakteriyemi, bildirimi zorunlu bir hastalık şüphesinin olduğu olgularda ölümü açıklayacak mikroorganizmanın tipini belirlemek için kan, BOS, idrar, gaita, doku, organ ve kemik veya sürüntü örnekleri uygun ortamda laboratuvara gönderilir. Bazen kişinin ölüm öncesi kullandığı antibiyotikler vücut sıvılarında yüksek konsantrasyonda bulunabileceğinden laboratuvar kültüründen sonuç alınamayabilir. Bu nedenle basit boyama yöntemleri mikroorganizmaların belirlenmesinde yararlı olabilir. Örneğin cesette cerahat görünümünde bir sıvı varsa otopsi salonunda yapılacak Gram boyama ve mikroskopik inceleme ile Gram pozitif veya Gram negatif kok-basil tanımlaması yapmak mümkündür. Ölümle sonuçlanan besin zehirlenmelerinde, hastane enfeksiyonlarında etkenin tespit edilerek kaynağın bulunmasına otopsi ekibinin çalışmalarının katkısı önemlidir. Düşük olgularında organizmanın türü belirlenerek ölümün steril olmayan aletlere ve ortama, uterus kaynaklı bir enfeksiyon odağına, periton delinmesine bağlı

sepsis veya septisemiye bağlı olduğunun tespiti mümkündür. Kullanılan aletlerle yapılacak karşılaştırma ile olayın oluş şekli de ispatlanacaktır (30).

Özellikle ani bebek ve çocuk ölümlerinde mikrobiyolojik incelemeler yapılması zorunlu araştırmaları arasında olduğundan bazı ülkelerde post mortem protokolün içinde yer almaktadır (31) Ani ölüm olgularında mikrobiyolojik incelemelerin önemini vurgulayan bir araştırmada, yaşları bir günle dokuz ay arasında değişen 57 çocuk ölümü incelenmiştir.

Doku ve vücut sıvılarının mikrobiyolojik test sonuçlarının hücresel şok bulguları, mide sıvısı aspirasyonu gibi diğer bulgularla birlikte değerlendirildiği çalışmada. vakaların 45inde (79%) bakteri/virus belirlenmiştir. En fazla etken olan bakteri Escherichia coli (27 olgu); en fazla görülen virus ise enterovirus (8 olgu) olmuştur. Histolojik belirtiler 33 vakada (%58) tespit edilirken, bunların 27sinde (%82) pozitif mikrobiyolojik sonuç alınmıştır. Bu sonuçların da vurguladığı gibi ani ölüm olgularında hikayede enfeksiyon belirtisi olup olmadığı, histolojik incelemelerin enfeksiyonu doğrulayıp doğrulamadığı, post mortem mikrobiyolojik sonuçların bakteriyi dışlayıp dışlamadığı dikkatle üzerinde durulması gereken noktalardır (32). Bazı durumlarda bakteriyel veya viral etkenin tanımlanması klasik mikrobiyoloji teknikleriyle mümkün olmayabilir veya bakterinin tanımlanması yetersiz olabilir. Adli tıp uzmanlarının sıklıkla karşılaştıkları gazlı gangren vakalarında olduğu gibi toksini üreten bakterinin alt tipinin tespiti ile toksini tanımlayabilmek için etkenin genetik yapısının belirlenmesi amacıyla 16S rRNA geninin sekans analizinin yapılması gereklidir (30,33).

İnsan patojeni mantarların tanısında genellikle doğrudan mikroskopik inceleme yeterli olmaktadır. En önemli hava kaynaklı patojenlerden biri olan Aspergillus türleri başta olmak üzere bazı mantar türleri ölümcül bazı hastalıkların etkenidirler. Genelde mantar enfeksiyonlarının tanımı klinik bulgularla laboratuvar tanımının birleştirilmesine dayanır ancak mikozların klinik belirtileri her zaman özgül değildir, başka hastalıklarla karışabilmektedir. Post mortem histolojik tanım mikoz varlığını gösterse de mikroskop ve kültürde üretilerek olabildiğince tür düzeyinde tanımlanması gerekmektedir (34).

Sonuç olarak, mikroorganizmaların veya onların ürettikleri toksinlerin bireye veya kitlelere yönelik bir suçun silahı olarak kullanılması söz konusu oldukça, kazalara, ihmallere, hatalara veya çevresel koşulların olumsuzluğuna bağlı olarak artan bir mikrobiyal risk söz konusu oldukça adli çalışmalarda mikrobiyoloji tekniklerinin giderek daha fazla önem kazanacağını söylemek mümkündür. Bu nedenle ülkemizde de sadece bu alanda çalışmalar yapmak üzere bilimsel çalışma grupları kurulması, adli mikrobiyoloji ve epidemiyoloji uzmanlarının yetiştirilmesi, yeni tekniklerin geliştirilmesi ve geliştirilen tekniklerin rutin çalışmalara yerleştirilmesi gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır.

Kaynaklar

1. Petrisor I, Kitts C. Advances in forensic microbiology. Environ Forensics. 2004;5:59-60.
2. Microbiology 101 Internet Text ChaptexrV Biological weapons; Malignant biology <http://www.slic2.wsu.edu: micro101/pages/101biologicalweapons.html> (Erişim: 23.06.2006)
3. Budowle B. Genetics and attribution issues that confront the microbial forensics field. Forensic Sci Int. 2004;Dec 2(146): 185-8.
4. Budowle B, Schutzer SE, Einseln A, Kelley LC, Walsh AC, Smith JA et al.. Public Health. Building microbial forensics as a response to bioterrorism. Science. 2003;Sep 26-301(5641):1852-3.
5. Hancı İH, Özdemir Ç, Bozbiyık A, Tuğ A. Kimyasal, biyolojik, nükleer silahlar ve yaralanmaları. Hancı İH editör, Adli Tıp ve Adli Bilimler Ankara:Seçkin Yayınevi; 2002 .133-60.
6. Pala K, Yoksul adamın atom bombası ;Biyolojik Silahlar. Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs 2002.
7. Henderson DA. The looming threat of bioterrorism. Science. 1999; 283:1279-82.
8. Budowle B, Schutzer SE, Ascher MS, Atlas RM, Burans JP, Chakraborty R, et al. Toward a system of microbial forensics: From sample collection to interpretation of evidence. Appl Environ Microbiol. 2005; May 71(5): 2209-13.
9. Schutzer SE, Budowle B, Atlas RM. Biocrimes, microbial forensics and the physician PLoS Med. 2005 Nov; 2(12): 337
10. Budowle B, Murch R, Chakraborty R. Microbial forensics:The next forensic challenge. Int J Legal Med.2005;119(6):317-30.
11. Akın L. Biyolojik savaş ve halk sağlığı <http://www.thb.hacettepe.edu.tr> (Erişim: 28:02.2006)
12. Budowle B,Harmon R. HIV legal precedent useful for microbial forensics. Croat Med J. 2005;46(4):514-21.
13. Carus WS Bioterrorism and Biocrimes-The Illicit Use of Biological Agents Since 1990-2001 Revision .<http://www.ndu.edu/centercounter> (Erişim: 28:02.2006)

14. Rose JW. To tell or not to tell. Legislative imposition of partner notification duties for HIV. J Leg Med. 2001;Mar 22(1):107-23.
15. Metzker ML, Mindell D, Liu XM, Ptak RG, Gibbs RA, Hillis DM. Molecular evidence of HIV-1 transmission in a criminal case (www.pnas.org. Erişim: 03.03.2006)
16. Blanchard A, Ferris S, Chamaret S, Guétard D, Montagnier L. Molecular evidence for nosocomial transmission of human immunodeficiency virus from a surgeon to one of his patients. J Virol. 1998;72(5):4537-54.
17. <http://www.china.org.cn/english> (Erişim:28.02.2006)
18. www.pbs.org/wgbh/nova/typhoid/mary.html(Erişim:03.04.2006)
19. Torok TJ, Tauxe RV, Wise RP, Livengood JR, Sokolow R, Mauvais S et al. A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. JAMA 1997;278(5):389-95.
20. <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar> (Erişim:08.06.2006)
21. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/article> (Erişim:11.06.2006)
22. Read TD, Salzberg SL, Pop M, Shumway M, Umayam L, Jiang L et al. Comparative genome sequencing for discovery of novel polymorphisms in Bacillus anthracis. Science. 2002;14-296(5575):2028-33.
23. Hall AJ, TC, Harrington JM. Morbidity survey of post mortem room staff. J Clin Pathol. 1991;44:433-5.
24. Plessis R, Webber L, Saayman G. Bloodborne viruses in forensic medical practice in South Africa. Am J Forensic Med Pathol. 1999;20(4):364-8.
25. Burton JL. Health and safety at necropsy. J Clin Pathol.2003;56:254-60.
26. Shapiro CN. Occupational risk of infection with hepatitis B and hepatitis C virus. Surg Clin North Am 1992;75:1047-56.
27. Start RD, Dube A, Cross SS, Underwood JC. Funeral directors, mortuaries and necropsies: Implications for necropsy consent rates and the prevention of infection. J ClinPathol.1996;49:217-22.
28. Douceron H, Deforges L, Gherardi R, Sobel A, Chariot P. Long-lasting postmortem viability of human immunodeficiency virus: A potential risk in forensic medicine practice. Forensic Sci Int.1993;60:61-6.
29. Hall AJ, Aw TC, Harrington JM. Morbidity survey of post mortem room staff. J Clin Pathol. 1991;44:433-5.
30. Soysal Z, Eke M, Çağdır AS. Adli otopsi bulgularında mikrobiyolojik incelemeler. Adli Otopsi Cilt II. 1999, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları No:4164, Bölüm 31;499-509.
31. Sadler DW. The value of a thorough protocol in the investigation of sudden infant deaths. J Clin Pathol. 1998;51:689-94.
32. Rambaud C, Guibert M, Briand E, Grangeot-KL, L'Herminé AC, Dehan M. Microbiology in sudden infant death syndrome (SIDS) and other childhood deaths. FEMS Immun Med Microb.1999;25:59.
33. Hausmann R, Albert F, Geißdörfer W, Betz P. Clostridium fallax associated with sudden death in a 16-year-old boy. J Med Microb.2004;53:581-3.
34. Kantarcıoğlu AS, Yücel A. Aspergillus cinsi mantarlar ve invaziv Aspergilloz:Mikoloji, patogenezi, laboratuvar tanımı, antifungal direnç ve duyarlılık deneyleri. Cerrahpaşa Tıp Dergisi ;34 (3):140-56.

İletişim Adresi: Adli Bio.Dr. Aysim TUĞ
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Cebeci Hastanesi Adli Tıp Anabilim Dalı
Ankara
aysimtug@yahoo.com