

Mikrobiyolojik Yöntemlerin Postmortem İnterval Tahmininde Kullanımı

Use of Microbiological Methods in Postmortem Interval Estimation

Mahmut Şerif Yıldırım¹, Sinan Sevinç², Ramazan Akçan¹, Aysun Balseven Odabaşı¹, Ali Rıza Tümer¹

¹ Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı, Ankara

² Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, İstanbul

Özet

Postmortem interval tahmini postmortem incelemelerin en önemli konularından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Postmortem interval tahmininde kullanılmakta olan birçok yöntem olmasına rağmen bu metotlar zaman zaman sonuç vermekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle postmortem interval tahmininde mümkün olduğunca fazla yeni yöntem veya kullanılabilir yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Postmortem intervalin tahmininde kullanılan yöntemler arasında mikrobiyolojik yöntemlerin yeri günümüzde hala tartışılmalı konulardan biri olarak varlığını sürdürmektedir. Bu yazıda postmortem interval tahmininde mikrobiyolojik yöntemlerin kullanımına dikkat çekilmesi ve bu yöntemlerin kullanılabilirliğinin literatür eşliğinde tartışılması amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mikrobiyoloji, Postmortem interval, Adli patoloji

Abstract

Postmortem interval estimation is one of the most important issues of postmortem investigation. Although there are several methods utilized in postmortem interval estimation, most of these are far from providing accurate interval. Thus, there is a strong need for novel methods or improvement of conventional ones. Among these, the place, role and efficiency of microbiological methods in postmortem interval estimation are still controversial. This paper aims to attract attention to the use of microbiology in postmortem interval estimation and discuss its role in the light of the related literature.

Keywords: Microbiology, Postmortem interval, Forensic pathology

1. Giriş

Postmortem interval (PMI) basitçe ölüm ile yapılan inceleme, örnek alımı arasında geçen zaman olarak tanımlanmaktadır. Postmortem intervalin belirlenmesi çok disiplinli bir yaklaşım ve birçok yöntemden elde edilen bulguların sentezi sonucu doğruya en yakın şekilde mümkün olabilmektedir. PMI belirlenmesi için vücut sıcaklığının seri ölçümleri, ölümün kesin bulgularının gözlemsel olarak derecelendirilmesi, vitröz sıvıdan ve serumdan yapılan biyokimyasal araştırmalar ve entomolojik yöntemler gibi bir çok yöntem günümüzde kullanılmakta ancak bunların hiçbiri her durumda postmortem interval hakkında kesin sonuçlar verememektedir. Bu yazıda postmortem interval tahmini için yaklaşık bir buçuk asırdır üzerinde çalışmalar yapılan ancak günümüzde halen hakkında kesin hükümler verilememiş bir yöntem olarak mikrobiyolojik yöntemler literatür eşliğinde tartışılmaktadır.

Bakteriyel migrasyon ve invazyon/translokasyon

Bakteriyel migrasyon ile flora bakterilerinin iç dokulara invaze etmesi antemortem dönemde bile sık görülen bir

antemortem (1). Antemortem dönemde bu invazyonu engelleyebilecek savunma mekanizmaları mevcutken postmortem dönemde bu mekanizmaların ortadan kalkması ile bu invazyonun daha da kolaylaştığı düşünülmektedir. İnvazyon sebebiyle postmortem kan kültürlerinin yanlış pozitif sonuç vermesi sonucunda bu kültürlerin tanısal değeri azalmaktadır. Wilson ve arkadaşlarının postmortem kan kültürlerinin değerini ortaya koymak için 111 vakada antemortem-postmortem kan kültürü karşılaştırması yaptıkları çalışmada, vakalarının %54'ünde yanlış pozitiflik saptandığı dikkati çekmektedir (2). Son dönemde bazı yayınlarda bakteriyel invazyon teriminin yerini "bakteriyel translokasyon" ifadesi almaktadır (3).

Pozitif postmortem kültür sonuçlarının orijini

Postmortem kültürlerde pozitif sonuçlar dört nedenle ortaya çıkabilmektedir; a) gerçek pozitiflik ve kişinin ölüm nedeni veya ölüme katkıda bulunan nedenlerden biri b) bakteriyel migrasyon sonucunda kültür pozitifliği, c) agonal yayılım d) kültür alınması sırasında endojen veya ekzojen kontaminasyon (3-7). Bir başka deyişle pozitif kültür; kolonizasyon, kontaminasyon veya gerçek enfeksiyon anlamına gelir. Burada başlıca dikkat edilmesi gereken husus, kolonizasyon ve kontaminasyon nedeniyle kültür pozitifliği tek başına çok büyük anlam ifade etmemektedir (5, 8-10). Özellikle

ölüm nedeni açısından postmortem kültürlerin otopside saptanan makroskobik, histopatolojik bulgular ve kişinin antemortem anamnezi ile birlikte değerlendirilmesinin zorunlu olduğu bilinmektedir. Gerçek pozitifliğin orijini antemortem dönemde kişide var olan enfeksiyon hastalıklarıdır. Gerçek pozitifliğin ortaya konmasının en büyük zorluklarından biri enfektif ajanların sağlıklı insanlarda ölümüne neden olabilmesidir. Antemortem enfeksiyon hastalıklarında inflamatuvar reaksiyon genellikle ilgili dokularda saptanabilmektedir. Ancak bazen kültürde saptanan bakteri anafaktik ya da toksik nedenlerle ani ölümüne neden olabilmekte ve antemortem olarak invazyon olduğu halde postmortem incelemelerde enfektif ajanın antemortem ya da postmortem bulaşının ayırt edilmesi oldukça güç hale gelmektedir. Postmortem migrasyon cesedin ağız içi, cilt ve barsak florasından kaynaklanabileceği gibi kişide antemortem dönemde oluşmuş bir enfeksiyon kaynağından da olabilmektedir. Postmortem migrasyon ile antemortem olarak ortaya çıkan bir enfeksiyon hastalığının ayırıcı tanısında en önemli bulgulardan birinin antemortem hastalıklarda inflamasyon bulgularının bulunması olarak ifade edilmektedir (6, 11, 12). Ancak agonal yayılım ile kişinin ölümünün hemen öncesinde ya da sonrasında invazyon gösteren etkenler de, tıpkı postmortem migrasyonda olduğu gibi inflamasyon olmaksızın kültür pozitifliklerine neden olmaları nedeni ile, hem antemortem/postmortem ayırımı güçleştirmekte, hem de postmortem interval tahmininde mikrobiyolojik yöntemleri daha az kullanışlı hale getirmektedir. Ancak agonal yayılımda genellikle kan beyin bariyerinin postmortem dönemde de uzun süre yapısını muhafaza etmesine bağlı olarak beyin omurilik sıvısının steril kalabilmesi, beyin omurilik sıvısı kültürlerinden elde edilen pozitif sonuçları daha değerli kılmaktadır (3-6, 13-16).

Postmortem İnterval ile Kültür Sonuçları Arasında İlişki Olduğunu Gösteren Çalışmalar

Uygun koşullarda saklanmamış, özellikle soğuk ortamda bekletilmemiş cesetlerin kan kültürlerinden *C. perfringens* türleri sıklıkla elde edilebilmektedir. Bu bakteri barsak florasında bulunabilmekle birlikte, kan kültürlerinde sıklıkla postmortem migrasyon sonucu pozitifliklere neden olmaktadır. Her ne kadar *C. perfringens* türlerinin kültürlerde, optimum şartlar altında çiftlenme zamanlarının 8 dakikaya kadar indiği bilinse de, çiftlenme süresi de göz önünde bulundurularak postmortem interval ile alınan kültürlerde üreyen *C. perfringens* miktarı arasında korelasyon olup olmadığını gösterecek yeterli çalışma bulunmamaktadır (17).

Tuomisto ve arkadaşları postmortem bakteriyel migrasyonu ortaya koyabilmek için kültür ve real-time PCR ile yaptıkları çalışmada 21 farklı bakteri cinsinin saptandığını ve

bu türlerin içinde en sık saptanan türlerin stafylokok ve streptokok türleri olduğunu ortaya koymaktadırlar. Aynı çalışmada karaciğer, mezenterik lenf nodları, portal venöz kan ve perikardiyal sıvıdan yapılan kültürlerin içinde en uzun süre steril kalan alanın perikardiyal bölge olduğu ortaya konmaktadır. Kültür sonuçlarına göre Karaciğer dokusunda steril kalma oranlarının postmortem 5. günden sonra anlamlı şekilde azaldığı ifade edilmektedir. Real-time PCR sonuçlarına göre en uzun süre steril kalan doku yine perikardiyal sıvı olmakla birlikte postmortem 5. günden sonra real-time PCR ile saptanan sonuçlarda perikardiyal sıvının sterillikliğini kaybettiği görülmektedir. Tuomisto ve arkadaşları bu çalışma ile aynı zamanda postmortem interval ile kültür pozitiflikleri arasında ilişki kurulabileceğini göstermektedirler (4).

Burn ise yaptığı çalışmada *E. Coli* ve *Staphylococcus* türlerinin dokuları invaze etme eğilimlerinin çok daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Yapmış olduğu hayvan deneyleri neticesinde postmortem interval ile kültür pozitifliği arasında korelasyon kurmuş olan Burn, soğuk ortamda saklanan cesetlerde invazyonun yavaşladığını da göstermektedir. Ayrıca Burn, bakteri invazyonunun 25 C sıcaklıkta optimal olduğunu ve 0 saat ile 18 saatlik postmortem interval aralığında kültür pozitifliklerinin %20 - %40 arasında değişebileceğini ifade etmektedir (18).

Wood ve arkadaşları postmortem interval ile kültür pozitiflikleri arasındaki ilişkiye değinmektedirler. Çalışmalarında 15 saatlik postmortem intervali kendilerine belirleyici olarak alan yazarlar, postmortem 15. saatten sonra kültür sonuçlarının güvenilirliğinin azaldığından bahsetmektedirler (19).

Carpenter ve arkadaşları postmortem interval ile bakteriyolojik kültürlerin pozitifliği arasındaki ilişkiyi 2033 otopsi vakasını geriye dönük inceledikleri çalışmada ifade etmektedirler. Carpenter, çalışması ile kültür pozitifliklerinde, özellikle 18. saat sınır olarak kabul edildiğinde, postmortem interval arttıkça anlamlı artış olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca Carpenter aynı çalışmada antemortem antibiyoterapinin postmortem kültür sonuçları üzerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığını da belirtmektedir (20).

Bergmann ve arkadaşlarının yaptıkları hayvan deneyleri ise metabolik olarak aktif olan toprakta gömülü cesetlerdeki durumu ortaya koymaktadır. Çalışmada yaklaşık 5 kg ağırlığındaki *Sus scrofa domestica* türü domuz bacakları toprağa gömülerek farklı zamanlarda toprağın farklı tabakalarından alınan örneklerden bakteriyel RNA temelli çalışmalar yapılmakta, bu yolla çürüme esnasında topraktaki bioçeşitliliğin artışı kayıt altına alınmakta ve sonuç olarak RNA sekansları ve fiziko-kimyasal çalışmalar birlikte

yürütüldüğünde toprak analizi ile postmortem interval tahmini yapılabileceği ifade edilmektedir (21).

Dickson ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada su içinde yaşayan saprofit bakterilerin ölümden sonra su içinde bekleyen cesetlerin suda kalma süresini belirlemede faydası olup olmadığını araştırmaktadırlar. Bu amaçla domuz parçalarını suda bekletmiş ve farklı günlerde dokudan mikrobiyolojik kültür çalışmaları yaparak farklı bakterilerin farklı günlerde ve farklı miktarlarda kolonize olduğunu ifade etmektedirler. Dickson'ın çalışması, henüz insan cesetleri üzerinde yeterli çalışma yapılmamasına karşın suda bekleyen cesetlerde postmortem submersion interval tahmini açısından umut vadeden bir çalışma olarak dikkati çekmektedir (22).

Candida türleri başta olmak üzere birçok mantar türünün de postmortem dönemde üreyebildiği bilinmektedir. Bu türlerin üreyebilmesi için öncelikle şartların uygun olması gerekmektedir. Değişik ortamlarda değişik hızlarda üremekle birlikte Janaway ve arkadaşları vücut üzerinde mantar görülebilmesinin postmortem ilk bir hafta içinde gerçekleşebileceğini ifade etmektedirler (23).

Liu ve arkadaşları ise postmortem interval ile postmortem bakteriyolojik aktivite arasında en güçlü ilişkiyi göstermektedirler. Liu ve arkadaşları sağlıklı ratlar üzerinde yaptıkları deneyde kas dokusunda, karaciğer dokusunda ve dalak dokusunda mikrobiyal ATP miktarlarını ölçerek ATP miktarı ile PMI arasında doğrudan ilişki olduğunu göstermekte ve PMI hesabı için bir formül ortaya koymaktadırlar. Postmortem 10 gün boyunca yaptıkları ölçümler sonucunda 7. günde bakteriyel ATP'nin pik yaptığını ifade etmektedirler (24).

Postmortem İnterval ile Kültür Sonuçları Arasında İlişki Olmadığını Gösteren Çalışmalar

Bazı yayınlarda bakteriyel migrasyon ortaya konulmuş olmakla birlikte migrasyonun lineer olmaması ve araya giren faktörler nedeni ile migrasyon hızı ile postmortem interval arasında doğrudan ilişki kurulmasını engellediğinden söz edilmektedir. (6, 14).

Epstein ve arkadaşları 1929 yılında otopsi ile ölümden sonraki zaman aralığında soğutucuda bekletilmiş olan cesetler üzerinde yaptıkları çalışmada postmortem interval ile kültür pozitifliği arasında bağlantı olmadığını ifade etmektedirler (25).

Weber ve arkadaşları 507 ani bebek ölümü sendromu tanısı konmuş vakanın retrospektif olarak taranması ile yaptıkları çalışmada, vakaların kültür sonuçlarını geriye dönük tarayarak hem tekil üremelerin hem de multipl bakteriyel üremelerin postmortem interval ile ilişkisinin olmadığını ortaya koymaktadırlar (26).

Saegeman ve arkadaşları kadaverik donörler üzerinde

yaptıkları mikrobiyolojik çalışmalar sonucunda postmortem interval ile kültür pozitiflikleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ifade etmiş olsalar da yaptıkları çalışmada postmortem ilk 24 saatten önce alınan kültürler ile (%11) ile 24 saatten sonra alınan kültürler (%19) arasında hafif farklılık olduğu göze çarpmaktadır (13).

Sulavik ve arkadaşlarının 41 otopsi örneği üzerinden yapmış oldukları bir çalışmada; kültür pozitiflikleri PMI 0-6 saat arasında %53, 6-12 saat arası %50, 12-18 saat arası %71, 24 saatten fazla bir süre geçtiğinde ise %59 olarak saptanmış olduğu görülmektedir. Bu çalışma sonrası agonal yayılım ve postmortem invazyon kavramlarına daha şüpheci yaklaşmış olsa da kültür pozitifliğine olan etkileri tam olarak çürütülememektedir (27).

PMI ile kültür pozitifliği arasında doğrudan ilişki olmadığını ifade eden bazı yayınlarda kültür pozitifliğini asıl artıran etkenin özensiz örneklemeyle bağlı kontaminasyon olduğu bildirilmektedir (28).

Janaway ve arkadaşlarının ifadesinin aksine Parkinson ve arkadaşları yaptıkları çalışmada fungal kolonizasyon ile postmortem interval tahmini arasında doğrudan ilişki saptamanın mümkün olmadığını ortaya koymaktadırlar (29).

Genel olarak yayımlanan verilerde; vücudun ölümden sonra soğuk bir ortamda tutulması, otopsinin postmortem 48 saat içerisinde yapılması, mikrobiyolojik numune alınımının gastrointestinal sistem trakt manipülasyonundan önce gerçekleşmesi gibi önlemler alındığında yanlış pozitif sonuçlarda azalma olduğu kesin bir dille ifade edilmektedir (30).

2. Sonuç

Bir buçuk asra yakın zamandır bu konuda çalışmalar yapıyor olsa da, konu hakkında tartışmalı sonuçların günümüzde de çıkabiliyor olmasından da anlaşılacağı üzere, halen bu konuda yeterli bilgi birikimi oluştuğu söylenememektedir. Postmortem interval ile mikrobiyolojik kültürler arasındaki ilişki her ne kadar tartışmalı görünse de araya giren faktörlerin çokluğu bu ilişkinin kurulmasına engel olabilmektedir. Cesedin bekletildiği ortamın kirlilik, sıcaklık, bakteriyel ve organik materyal yoğunluğu gibi özellikleri, cesedin antemortem ülsere lezyonları, enfeksiyon hastalığı gibi durumları kültür sonuçlarını etkileyebilmekte ve postmortem interval ile mikrobiyolojik kültürler arasında her zaman aynı ilişkinin kurulabilmesini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte bu konuda yapılan çalışmaların hem nicelik olarak, hem de nitelik olarak gerekli olan seviyelerde olmaması nedeni ile mikrobiyolojik yöntemlerle postmortem interval tahmini halen çalışma yapılması gereken bir alan olarak Adli Tıp profesyonellerinin karşısına çıkmaktadır. Mikrobiyolojik

örnek alınmada endojen ve ekzojen kontaminasyonu minimize edecek önlemlerin alınması durumunda mikrobiyolojinin PMI belirlenmesine yapacağı katkının artacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Morris JA, Harrison LM, Biswas J, Telford DR. Transient bacteraemia: a possible cause of sudden life threatening events. *Med Hypotheses*. 2007;69(5):1032-9. doi: 10.1016/j.mehy.2007.02.039. PubMed PMID: 17467191.
- Wilson SJ, Wilson ML, Reller LB. Diagnostic utility of postmortem blood cultures. *Arch Pathol Lab Med*. 1993;117(10):986-8. PubMed PMID: 8215840.
- Morris J, Harrison LM, Partridge SM. Practical and theoretical aspects of postmortem bacteriology. *Current Diagnostic Pathology*. 2007;13(1):65-74. doi: 10.1016/j.cdip.2006.07.005.
- Tuomisto S, Karhunen PJ, Vuento R, Aittoniemi J, Pessi T. Evaluation of Postmortem Bacterial Migration Using Culturing and Real Time Quantitative PCR. *Journal of forensic sciences*. 2013;58(4):910-6. doi: 10.1111/1556-4029.12124.
- Riedel S. The value of postmortem microbiology cultures. *J Clin Microbiol*. 2014;52(4):1028-33. doi: 10.1128/JCM.03102-13. PubMed PMID: 24403308; PubMed Central PMCID: PMC3993482.
- Roberts FJ. Procurement, interpretation, and value of postmortem cultures. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases* : official publication of the European Society of Clinical Microbiology. 1998;17(12):821-7. doi: 10.1007/s100960050200. PubMed PMID: 10052543.
- Morris JA, Harrison LM, Partridge SM. Postmortem bacteriology: a re-evaluation. *J Clin Pathol*. 2006;59(1):1-9. doi: 10.1136/jcp.2005.028183. PubMed PMID: 16394274; PubMed Central PMCID: PMC1860254.
- Palmiere C, Egger C, Grabherr S, Jatton-Ogay K, Greub G. Postmortem angiography using femoral cannulation and postmortem microbiology. *International journal of legal medicine*. 2014;1-7. doi: 10.1007/s00414-014-1099-5.
- Damann FE, Carter DO. Human decomposition ecology and postmortem microbiology. *Manual of Forensic Taphonomy*, CRC Press, Boca Raton. 2013:37-49.
- Turner GD, Bunthi C, Wonodi CB, Molyneux CS, Zaki SR, et al. The role of postmortem studies in pneumonia etiology research. *Clinical infectious diseases* : an official publication of the Infectious Diseases Society of America. 2012;54 Suppl 2(suppl 2):S165-71. doi: 10.1093/cid/cir1062. PubMed PMID: 22403232; PubMed Central PMCID: PMC3297548.
- Pryce JW, Bamber AR, Ashworth MT, Klein NJ, Sebire NJ. Immunohistochemical expression of inflammatory markers in sudden infant death; ancillary tests for identification of infection. *J Clin Pathol*. 2014;67(12):1044-51. doi: 10.1136/jclinpath-2014-202489. PubMed PMID: 25281767.
- Hanterdsith B, Tharavichitkul P, Mahanupab P, Raksamat W. Postmortem diagnosis of sudden unexpected death from Streptococcus suis type 2 infection: a case report. *J Forensic Leg Med*. 2013;20(4):347-9. doi: 10.1016/j.jflm.2012.09.002. PubMed PMID: 23622489.
- Saegeman V, Verhaegen J, Lismont D, Verduyck B, De Rijdt T, Ectors N. Influence of postmortem time on the outcome of blood cultures among cadaveric tissue donors. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*. 2009;28(2):161-8. doi: 10.1007/s10096-008-0609-0.
- Norris C, Pappenheimer AM. A Study of Pneumococci and Allied Organisms in Human Mouths and Lungs after Death. *J Exp Med*. 1905;7(5):450-72. doi: 10.1084/jem.7.5.450. PubMed PMID: 19867010; PubMed Central PMCID: PMC2124588.
- Kellerman GD, Waterman NG, Scharefenberger LF. Demonstration in vitro of postmortem bacterial transmigration. *Am J Clin Pathol*. 1976;66(5):911-5. PubMed PMID: 790938.
- Palmiere C, Vanhaebost J, Ventura F, Bonsignore A, Bonetti LR. Cerebrospinal fluid PCR analysis and biochemistry in bodies with severe decomposition. *J Forensic Leg Med*. 2015;30:21-4. doi: 10.1016/j.jflm.2014.12.012. PubMed PMID: 25623190.
- Lorber B. Gas gangrene and other Clostridium-associated diseases. *Principles and practice of infectious diseases*, 5th ed Churchill Livingstone, Philadelphia, Pa. 2000:2549-61.
- Burn CG. Experimental studies of postmortem bacterial invasion in animals. *Journal of Infectious Diseases*. 1934;54(3):388-94.
- Wood W, Oldstone M, Schultz R. A Re-evaluation of Blood Culture as an Autopsy Procedure. *American journal of clinical pathology*. 1965;43:241-7.
- Carpenter HM, Wilkins RM. Autopsy Bacteriology: Review of 2,033 Cases. *Arch Pathol*. 1964;77:73-81. PubMed PMID: 14066060.
- Bergmann R, Ralebitso-Senior TK, Thompson T. An RNA-based analysis of changes in biodiversity indices in response to *Sus scrofa domestica* decomposition. *Forensic science international*. 2014;241:190-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2014.06.001.
- Dickson GC, Poulter R, Maas EW, Probert PK, Kieser JA. Marine bacterial succession as a potential indicator of postmortem submersion interval. *Forensic science international*. 2011;209(1):1-10. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.10.016.
- Janaway RC, Percival SL, Wilson AS. Decomposition of human remains. *Microbiology and Aging*; Springer; 2009. p. 313-34.
- Liu Q, Sun Q, Liu Y, Zhou L, Zheng N, Liu L. Bioluminescent assay of microbial ATP in postmortem tissues for the estimation of postmortem interval. *Journal of Huazhong University of Science and Technology Medical sciences = Hua zhong ke ji da xue xue bao Yi xue Ying De wen ban = Huazhong keji daxue xuebao Yixue Yingdewen ban*. 2009;29(6):679-83. doi: 10.1007/s11596-009-0601-7. PubMed PMID: 20037806.
- Epstein EZ, Kugel M. The Significance of Postmortem Bacteriological Examination: With Special Reference to Streptococci and Enterococci. *The Journal of Infectious Diseases*. 1929:327-34.
- Weber MA, Hartley JC, Brooke I, Lock PE, Klein NJ, Malone M, et al. Post-mortem interval and bacteriological culture yield in sudden unexpected death in infancy (SUDI). *Forensic Sci Int*. 2010;198(1-3):121-5. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.02.002. PubMed PMID: 20226606.
- Sulavik D, Caplan M, Abrams G, editors. *Clinical utility of postmortem cultures*. Laboratory Investigation; 1990: Williams & Wilkins 351 West Camden ST, Baltimore, MD 21201-2436.
- Silver H, Sonnenwirth AC. A practical and efficacious method for obtaining significant postmortem blood cultures. *Am J Clin Pathol*. 1969;52(4):433-7. PubMed PMID: 5820971.
- Parkinson RA, Dias K-R, Horswell J, Greenwood P, Banning N, Tibbett M, et al. Microbial community analysis of human decomposition on soil. *Criminal and Environmental Soil Forensics*; Springer; 2009. p. 379-94.
- Reznicek M, Koontz F. *Autopsy microbiology*. *Clinical Laboratory Medicine First Edition McClatchey KD (Ed) Hagerstown, MD, Williams & Wilkins*. 1994:1349-58.