

The Human Microbiome in Forensic Sciences: Current Approaches

Adli Bilimlerde İnsan Mikrobiyomu: Güncel Yaklaşımlar

Filiz Ekim Çevik¹, Burak Haşim Güngör², Hüseyin Çakan²

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp Enstitüsü, Tıp Bilimleri Anabilim Dalı

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp Enstitüsü, Fen Bilimleri Anabilim Dalı

Giriş

Adli Bilimlerde Mikroorganizmaların Tarihçesi

Mikroorganizmalar, 19. yüzyılın sonlarına kadar uzanan, kanıt olarak uzun bir geçmişe sahiptir. Bu dönemdeki adli tıp uygulamalarının çoğu, mikrobiyolojinin, insan ve diğer hayvanların ölüm nedenlerini ve patojenliğini tesis etmeyi amaçlamıştır. ve çalışmaların çoğu, Louis Pasteur, Robert Koch ve Joseph Lister gibi çok önemli bilim insanlarıyla ilişkilidir. Bu çalışmanın sonucu olarak, postmortem mikrobiyolojiye ilgi erken başlamıştır.

20. yüzyılda, öncelikle ölüm nedenlerini güvenilir bir şekilde kanıtlamak önemliydi. Bununla birlikte, mikroorganizmaların delil olarak kullanılması, 1910 yılında Fransa'nın Lyon kentinde ilk modern kriminal laboratuvarını kurarak adli bilim üzerinde önemli bir etkiye sahip olan adli bilimci Edmond Locard'ın öncülüğündeydi. Tüm birinci sınıf adli bilimler öğrencilerinin 'her temasın bir iz bıraktığını' bildiği bir fikriyle değişim sağladı. Locard; mikroorganizmaları delil olarak; Paris'in bazı bölgelerinde çok sayıda araştırmada kullanmıştır. Böylece, 20. yüzyılın ilk yarısı adli mikrobiyoloji için heyecan verici bir dönemdi: Agatha Christie bile bu zamana kadar ölüm ajanları olarak mikroorganizmaları tanıdı. 21. yüzyılın başlarında, DNA'nın dizilenmesi için biyoteknolojinin gelişmesi ve molekülleri tanımlamak, doğru ve ucuz bir şekilde, daha önce görülmemiş bir hızda devam ettiği için, adli tıpta mikrobiyal incelemeler büyük ilerlemeler için bir başka aşama olmaya adaydır.

öğretilmediğini ve bilinen bir hata oranına sahip olup olmadığını sormasına izin vererek Frye'nin kararını genişletmiştir.

Bildiğimiz kadarıyla, mikrobiyomlar henüz PMI, mezar yeri veya nesnelere veya yerlere bağlantılar olduğuna dair kanıt olarak kabul edilmemiştir. Mikrobiyoloji kanıtlarının kabul edilmesi, söz konusu mikrobiyal kanıtların ilgili ve güvenilir olduğu sonucuna varmak için bir araştırmacı veya avukat (savcılık veya savunma) gerektirecektir. Kanıtlar daha sonra kabul edilebilirlik sağlamak için bir duruşmaya (Frye duruşması veya Daubert duruşması olarak bilinir) tabi olacaktır. Bu nedenle, adli bilim için mikrobiyoloji araçlarının güvenilirliği daha iyi araştırılmalı ve kantitatif makine öğrenme yöntemleri kullanılarak oluşturulan hata oranları olmalıdır. Şu ana kadar yapılan araştırmalar umut verici olsa da, mikrobiyoloji bilimi ile ilgili adli soruşturmaların tutarlı bir bileşeni olarak kurulabilmesi için ele alınması gereken birkaç konu vardır. Bu kabul edilebilirliğe giden ilk adımdır: farkındalık oluşturulması. Bununla birlikte, laboratuvarlardaki iş akışında maliyet, eğitim ve ekipmanın dahil edilmesi olmak üzere diğer bazı önemli engeller mevcuttur. İnsan DNA kanıtlarının analiz edilmesine yönelik mevcut geribildirimler göz önünde bulundurulduğunda, bir laboratuvara mikrobiyom tekniklerinin eklenmesi, kaynakların engellenmesi ve hesaplama gücünde hızla azalan maliyetler bu sorunu çözebilirse de, kaynak engelleyici olabilir. Ayrıca, bu teknikler için bir doğrulama stratejisi belirlenmeli ve kabul edilebilir bir protokol ve hata oranı oluşturulabilecektir. Maliyet, eğitim ve validasyon gibi kilit engeller ele alındığında, mikrobiyomların fiziksel kanıt olarak kabul edilebilmesi mümkün olacaktır. Bu sorunlar aşılmaz değildir, ancak bunlar çok önemlidir ve yakın gelecekte ele alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Alivisatos, A.P. et al. (2015) MICROBIOME. A unified initiative to harness Earth's microbiomes. *Science* 350, 507–508
2. van Nood, E. et al. (2013) Duodenal infusion of donor feces for recurrent *Clostridium difficile*. *N. Engl. J. Med.* 368, 407–415
3. Weingarden, A. et al. (2015) Dynamic changes in short- and long-term bacterial composition following fecal microbiota transplantation for recurrent *Clostridium difficile* infection. *Microbiome* 3, 1–8
4. Metcalf, J.L. et al. (2016) Microbial community assembly and metabolic function during mammalian corpse decomposition. *Science* 351, 158–162
5. Pechal, J.L. et al. (2014) The potential use of bacterial community succession in forensics as described by high throughput metagenomic sequencing. *Int. J. Legal Med.* 128, 193–205
6. Cobough, K.L. et al. (2015) Functional and structural succession of soil microbial communities below decomposing human cadavers. *PLoS One* 10, e0130201
7. Hauther, K.A. et al. (2015) Estimating time since death from postmortem human gut microbial communities. *J. Forensic Sci.* 60, 1234–1240
8. Metcalf, J.L. et al. (2013) A microbial clock provides an accurate estimate of the postmortem interval in a mouse model system. *eLife* 2, e01104

9. Hyde, E.R. et al. (2015) Initial insights into bacterial succession during human decomposition. *Int. J. Legal Med.* 129, 661–671
10. Finley, S.J. et al. (2016) Microbial signatures of cadaver gravesoil during decomposition. *Microb. Ecol.* 71, 524–529
11. Lax, S. et al. (2015) Forensic analysis of the microbiome of phones and shoes. *Microbiome* 3, 21
12. Meadow, J.F. et al. (2014) Mobile phones carry the personal microbiome of their owners. *PeerJ* 2, e447
13. Lauzon, N. et al. (2015) Development of laser desorption imaging mass spectrometry methods to investigate the molecular composition of latent fingerprints. *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 26, 878–886
14. Peng, L. et al. (2014) On-site rapid detection of trace non-volatile inorganic explosives by stand-alone ion mobility spectrometry via acid-enhanced evaporation. *Sci. Rep.* 4, 6631
15. Makinen, M. et al. (2011) Ion spectrometric detection Technologies for ultra-traces of explosives: a review. *Mass Spectrom. Rev.* 30, 940–973
16. Lesiak, A.D. et al. (2014) DART-MS as a preliminary screening method for ‘herbal incense’: chemical analysis of synthetic cannabinoids. *J. Forensic Sci.* 59, 337–343
17. Jantzi, S.C. and Almirall, J.R. (2014) Elemental analysis of soils using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) and laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) with multivariate discrimination: tape mounting as an alternative to pellets for small forensic transfer specimens. *Appl. Spectrosc.* 68, 963–974
18. Luo, C. et al. (2015) ConStrains identifies microbial strains in metagenomic datasets. *Nat. Biotechnol.* 33, 1045–1052
19. Brust, H. et al. (2015) Isotopic and elemental profiling of ammonium nitrate in forensic explosives investigations. *Forensic Sci. Int.* 248, 101–112
20. Madea, B. (2016) Methods for determining time of death. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 12, 451–485
21. Brown, A. and Marshall, T. (1974) Body temperature as a means of estimating the time of death. *Forensic Sci.* 4, 125–133
22. Bate-Smith, E.C. and Bendall, J.R. (1949) Factors determining the time course of rigor mortis. *J. Physiol.* 110, 47–65
23. Matuszewski, S. and MSadra-Bielewicz, A. (2016) Validation of temperature methods for the estimation of pre-appearance interval in carrion insects. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 12, 50–57
24. Fierer, N. et al. (2010) Changes through time: integrating microorganisms into the study of succession. *Res. Microbiol.* 161, 635–642
25. Carter, D.O. et al. (2015) Seasonal variation of postmortem microbial communities. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 11, 202–207
26. Vass, A.A. et al. (2002) Decomposition chemistry of human remains: a new methodology for determining the postmortem interval. *J. Forensic Sci.* 47, 542–553
27. Kaszynski, R.H. et al. (2016) Postmortem interval estimation: a novel approach utilizing gas chromatography/mass spectrometry-based biochemical profiling. *Anal. Bioanal. Chem.* 408, 3103–3112
28. Sato, T. et al. (2015) A preliminary study on postmortem interval estimation of suffocated rats by GC-MS/MS-based plasma metabolic profiling. *Anal. Bioanal. Chem.* 407, 3659–3665
29. Wood, P. and Shirley, N. (2013) Lipidomics analysis of postmortem interval: preliminary evaluation of human skeletal muscle. *J. Postgenomics Drug Biomarker Dev.* 3, 127
30. Vass, A.A. et al. (1992) Time since death determinations of human cadavers using soil solution. *J. Forensic Sci.* 37, 1236–1253
31. Fierer, N. et al. (2008) The influence of sex, handedness, and washing on the diversity of hand surface bacteria. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 105, 17994–17999
32. Fierer, N. et al. (2010) Forensic identification using skin bacterial communities. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. Am.* 107, 6477–6481
33. Lax, S. et al. (2014) Longitudinal analysis of microbial interaction between humans and the indoor environment. *Science* 345, 1048–1052
34. Meadow, J.F. et al. (2015) Humans differ in their personal microbial cloud. *PeerJ* 3, e1258
35. Costello, E.K. et al. (2009) Bacterial community variation in human body habitats across space and time. *Science* 326, 1694–1697
36. Caporaso, J.G. et al. (2011) Moving pictures of the human microbiome. *Genome Biol.* 12, R50
37. Wilkins, D. et al. (2017) Microbiota fingerprints lose individually identifying features over time. *Microbiome* 5, 1
38. Meadow, J.F. et al. (2014) Bacterial communities on classroom surfaces vary with human contact. *Microbiome* 2, 7

39. Ying, S. et al. (2015) the influence of age and gender on skin-associated microbial communities in urban and rural human populations. *PLoS One* 10, e0141842
40. Song, S.J. et al. (2013) Cohabiting family members share microbiota with one another and with their dogs. *Elife* 2, e00458
41. Pye, K. et al. (2007) Discrimination between sediment and soil samples for forensic purposes using elemental data: an investigation of particle size effects. *Forensic Sci. Int.* 167, 30–42
42. Heath, L.E. and Saunders, V.A. (2006) Assessing the potential of bacterial DNA profiling for forensic soil comparisons. *J. Forensic Sci.* 51, 1062–1068
43. Concheri, G. et al. (2011) Chemical elemental distribution and soil DNA fingerprints provide the critical evidence in murder case investigation. *PLoS One* 6, e20222
44. Young, J.M. et al. (2014) Forensic soil DNA analysis using high-throughput sequencing: a comparison of four molecular markers. *Forensic Sci. Int. Genet.* 13, 176–184
45. Young, J.M. et al. (2015) Predicting the origin of soil evidence: high throughput eukaryote sequencing and MIR spectroscopy applied to a crime scene scenario. *Forensic Sci. Int.* 251, 22–31
46. Khodakova, A.S. et al. (2014) Random whole metagenomic sequencing for forensic discrimination of soils. *PLoS One* 9, e104996
47. Gilbert, J.A. et al. (2010) Meeting report: the terabase metagenomics workshop and the vision of an Earth microbiome project. *Stand Genomic Sci.* 3, 243–248
48. Gilbert, J.A. et al. (2014) the Earth Microbiome project: successes and aspirations. *BMC Biol.* 12, 69
49. Woese CR. Bacterial evolution. *Microbiol Rev* 1987; 51: 221-271.
50. Clarridge JE. Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases. *Clin Microbiol Rev* 2004; 17: 840-862
51. DeLong EF, Pace NR. Environmental diversity of bacteria and archaea. *Syst Biol* 2001; 50: 470-478.
52. Kiely, T.F. (2005) *Forensic Evidence: Science and the Criminal Law.* (2nd edn), CRC Press