

Book review

Book review: “The New Microbiology: From Microbiomes to CRISPR”

Jung Oak Kang 

GC Labs, Yongin, Korea

서평: “미생물의 참모습: 마이크로바이옴에서 크리스퍼까지”

강정옥 

GC녹십자의료재단

Abstract

At the time when owing to COVID-19 pandemic, the public is more interested in infectious diseases and pathogens than in any other period, a book titled “The New Microbiology: From Microbiomes to CRISPR” by the renowned microbiologist Pascale Cossart was translated and published by our colleague. In this book, the author describes important discoveries and new conceptual advances in the field of microbiology over the past century. The author emphasizes that bacteria form a microbiome and lead a social life and explains the impact and importance of the microbiome on human health and ecosystem. Further, the discovery of ‘CRISPR,’ which led to the era of genome editing and gene therapy, has been described in details. This book will dramatically change our perspective regarding all living things, including bacteria, plants, animals, and even insects, as well as our eating habits and daily life, based on the new understanding of microorganisms. I recommend reading this book as I am sure that it will broaden the perspectives of both clinical microbiologists and health care workers.

Keywords: Microbiome, CRISPR, Bacterial physiology, Environmental microbiology

Introduction

COVID-19로 인하여 감염병에 관한 전 국민의 관심이 지대한 가운데, 최근 우리 학회원이 파스칼 코사르의 “미생물의 참모습-마이크로바이옴에서 크리스퍼까지” [1, 2] (Fig. 1)라는 책을 번역 출간하여 반가운 마음으로 읽어보았다. 저자 파스칼 코사르는 파스티르연구소의 교수이자 과학 아카데미의 종신 사무국장을 맡고 있다. 코사르는 국제적으로 권위 있는 많은 상을 수상했는데, 연구 분야는 세포 내 병원성 세균들, 특히 리스테리아의 생존 전략과 병원성 세균들의 RNA에 의한 조절 메커니즘을 규명하는 데 중점을 두고 있다.

임상미생물학을 전공한 필자는 정상세균총의 중요성을 알고는 있었으나, 세균이나 미생물을 주로 병원체의 관점에서 연구하고 바라보았다. 그러나 저자는 이 책에서 미생물학, 특히 세균학의 모든 분야가 역동적이고 생동감 있게 발전하고 있으며, 우리의 일상생활, 식이요법, 건강관리



OPEN ACCESS

pISSN : 2288-0585
eISSN : 2288-6850

Ann Clin Microbiol 2022 June, 25(2): 61-65
<https://doi.org/10.5145/ACM.2022.25.2.5>

Corresponding author

Jung Oak Kang

E-mail: jokang@hanyang.ac.kr

Tel: +82-31-280-9913

Fax: +82-31-260-9262

Received: April 01, 2022

Revised: June 01, 2022

Accepted: June 09, 2022

© 2022 Korean Society of Clinical Microbiology.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

뿐만 아니라 생물학, 의학, 농업, 축산업 등 여러 분야에 영향을 미치는 것은 물론 환경보호에도 매우 중요한 역할을 하는 존재로 광범위하게 접근하고 있다. 우리 학회원들도 미생물을 이러한 넓은 관점으로 바라보고 연구하기를 희망하면서 이 책을 추천하게 되었다.



Fig 1. The title page of “The new microbiology: from microbiomes to CRISPR”

책의 구성과 내용

이 책은 4부 20장으로 구성되어 있다. 저자는 서문에서 “이 책의 목표는 지난 수십 년 동안 미생물학 분야에서 진전된 중요한 발견과 새로운 개념을 설명하는 데 있다.”라고 말한다. 그리고 저자는 어려운 과학적인 내용을 일반인도 이해할 수 있도록 쉽고 흥미롭게 풀어내고 있다.

제1부 미생물 바로 알기

제1부 1장의 제목이 “세균: 아균인가, 적균인가?”이다. 세균이나 효모균이 여러 음식들, 이를테면 된장, 김치, 홍어와 같이 우리나라 사람들이 즐겨 먹는 음식을 만드는 데 핵심적으로 작용한다는 사실 정도는 충분히 알고 있는 것이다. 그런 면에서 세균이 유익한 존재라는 정도의 서술이라면 이 책이 그다지 우리에게 새로운 지식을 알려준다고 할 수는 없을 것이다. 그런데 책을 읽어 가면서 잘 알지 못했던 세균들이 가진 놀라운 특성들에 점점 더 빠져들게 된다.

이 세상의 모든 생명체들은 세균, 고균, 진핵생물의 세 영역으로 나눌 수 있으며 세균은 이 세 영역 중 하나를 차지하는 중요한 생명체이다. 세균은 30억년 전에 지구상에 나타났으며 동물의 출현보다 20억년 빠르다. 핵을 가진 최초의 생명체는 아마도 세균과 고균의 융합에서 유래했을 것으로 추정된다.

세균은 아주 잘 조직화된 단세포생명체로서 펩티도글리칸으로 구성된 세포벽, 세균의 골격 역할을 하며 세균의 분열에도 필수요소로 작용하는 액틴, 불리한 환경에서는 아포 생성, 또는 면역 체계를 피하기 위하여 펩티도글리칸이 없는 L형 세균 생성 등 다양한 생존 전략을 구사하고 있다.

‘세균 세포생물학’의 발전으로 세균이 분열하는 모습을 시각적으로 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 세균에서 특정 단백질이 자리한 곳이 어디인지, 또 개별 단백질의 작용과 운명은 무엇인지를 탐구할 수 있는 정도까지 발전하게 되었다.

프랑수아 자콥이 세균에서 전사조절 모델을 밝힌 후, anti-sens RNA, microRNA의 발견으로 “RNA 혁명”과 폭발적인 지식의 팽창이 시작되었으며, 이는 DNA 칩 기술과 초고속 염기서열분석 기술의 발전에 힘입은 바 크다.

“크리스퍼 방어체계와 CPISPR/Cas 유전자가위”에서는 생물학의 최근 가장 중요한 발전 중 하나인 크리스퍼(CRISPR; Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)에 대하여 설명한다. 세균은 크리스퍼로 파지의 공격을 기억하여 다음에 동일한 파지가 침입했을 때 이전에 침입했던 박테리오파지를 방어할 수 있다. 이러한 세균의 방어체계는 매우 정교하게 작동하고 적용 범위도 넓어서, 모든 생물체의 게놈을 조작할 수 있는 혁명적인 기술인 CRISPR/Cas9 기법의 기초가 되었다. 이 방법을 이용하면 빠르고 쉽게 게놈을 편집할 수 있기 때문에, 이를 이용해서 유전자의 기능을 알아내는 연구도 많이 진행되고 있다. 또한 유전자치료라는 획기적인 치료법도 등장하게 되었다.

제2부 세균의 사회생활: 미생물 사회학

세균들이 인간처럼 단합하고, 서로 간에 의사소통을 하고, 주변의 다른 세균들과 전쟁도 하고 또 공생도 하면서 살아가는 존재라는 것을 상상해 보았는가? 모든 세균들은 예외 없이 진정으로 사회적인 삶을 영위한다. 장내 미생물들이 우리의 건강에 필수적인 존재라는 정도를 넘어서, 오징어와 발광 세균이 협업하여 오징어가 포식자를 피할 수 있게 한다는 내용을 보면 고등동물과 미생물의 공생이 더욱 신비롭다.

세균들의 사회생활은 매우 정교하다. 그들은 집단으로 생활할 수 있고, 그런 생활을 위해 화학적인 언어를 사용하면서 의사소통을 할 수 있다. 그래서 서로 간에 같은 종인지 혹은 같은 과에 속하는 유사한 세균인지를 인식하고 구별한다. 세균은 각자의 언어를 사용하여 공동의 적에 맞서 협력하기도 한다. 예를 들어, 어떤 병원성 세균은 싸움에서 승리할 수 있을 만큼 자신들의 수가 충분하지 않으면 공격 작전을 개시하지 않는다. 또 어떤 발광세균은 빛을 내는 시간을 조절하여 세균 수가 일정 수준에 도달할 때만 불이 켜진다. 세균은 자기가 처한 다양한 상황에 적응하고 특별한 기능을 발휘할 시기를 결정하기 위해 매우 정교한 조절체계를 사용한다.

세균은 자연계에서 독립적으로 살아가는 것이 아니다. 인간은 물론이고 곤충을 포함하는 동물과 식물 등 모든 생명체와 공생관계를 이루고 있다. 이 동거는 때때로 곤충에서 불임을 유발하기도 하고, 곤충의 수컷을 박멸시키는 결과를 낳기도 한다. 반대로 식물 뿌리에 있는 세균은 땅속에서 식물이 성장하는데 필요한 질소를 취할 수 있도록 이롭게 작용한다.

“세균과 동물의 공생”에서는 물오징어와 발광세균 *Vibrio fischeri*의 공생관계를 예로 들어, 세균이 자신에게 서식처를 제공하는 숙주동물의 생물학적 리듬을 제어할 수 있다는 흥미로운 내용을 설명하고 있다. 또한 인간의 장내미생물총에 관한 인상적인 연구결과도 다수 제시하면서 비만과

신진대사, 면역체계의 자극, 장수 등 여러 연구 분야를 소개한다. 그 외에도 세균과 식물의 공생, 세포내 공생관계도 다루고 있다.

제3부 감염병 생물학

감염병 생물학에서는 인류가 겪은 역병으로 흑사병과 페스트, 나병, 결핵, 백일해, 디프테리아, 파상풍 등과 의료관련감염, 성병, 생물테러, 새로운 질병 등 과거와 현재의 주요 감염병을 다루고 있다.

특히 분자생물학과 세포생물학의 결합으로 탄생한 ‘세포미생물학’ 덕분에 병원성 세균이 감염을 일으킬 때 강력하고 다양한 무기를 사용한다는 것과, 숙주의 방어를 피하는 수단으로 매우 정교한 전략을 사용한다는 것이 밝혀지면서, 세균이 포유류 세포를 분석하는 도구로 사용되기 시작했다.

아울러 곤충과 식물의 병원성 세균, 이들의 감염이 인간에게 미치는 영향을 고려해 볼 때, 인간과 동물의 건강에 대한 연구, 식량 안보에 대한 연구, 그리고 환경 보존과 관련된 연구를 수행할 때 국제적, 다학제적으로 서로 협력하는 것이 무엇보다도 중요하다.

“**감염을 통제하는 새로운 비전**”에서는 감염병의 위협이 세계화됨으로써 인간의 이주, 삼림 벌채, 도시화로 인한 생태계의 변화, 그리고 기후 변화가 새로운 질병의 출현을 조장하고 있음을 말하고 있다. 생태계가 교란될 때 많은 병원체가 인간에게 위협을 가할 수 있다는 것이 입증되고 있으며, 생태계 교란으로 병원체를 보유한 동물들이 우세해질 수 있고, 인간에게 이러한 병원체가 더 자주 더 쉽게 전달될 수도 있다.

사람의 감염병의 60%와 새로 발생한 감염병의 75%가 동물에서 기원한 인수공통감염병이다. 이런 점들을 고려해 볼 때 인간과 동물의 건강에 대한 연구, 환경 보존과 관련된 연구를 수행할 때 국제적, 다학제적으로 서로 협력하는 것이 무엇보다도 중요하다. 최근에 시작된 “글로벌 헬스” 플랜은 세계 모든 사람의 건강을 함께 추구하고자 하는 것이다. 그리고 세계보건기구와 세계동물보건기구가 주창한 “원헬스 플랜”은 사람, 동물, 환경의 건강에 대한 협력적이고 전체적인 감시를 계획하고 있다. 사람, 동물, 환경 이 모든 분야의 상호 협력에 중점을 두는 것이 “글로벌 헬스”와 “원헬스 플랜”의 취지를 잘 살리는 것이다[3].

제4부 세균의 활용

“**세균이 연구의 도구가 되었다.**” 세균의 속성에 대한 기초연구를 수행하면서, 그리고 세균이 환경에서 자원을 활용하는 기전을 탐색하는 연구를 수행하면서 예상치 못한 놀라운 사실을 발견할 수 있었다. 연구 성과들은 과거 페니실린을 발견해서 항생제 시대를 연 것부터 시작하여 CRISPR/Cas9 시스템으로 게놈을 수정하고 편집할 수 있는 수준에까지 아주 다양하다. 이런 혁신적인 기본 원리들은 세균의 기초생리를 연구하는 과정에서 얻어진 것이지만, 세균과 무관하게 인류의 삶을 극적으로 향상시켰다.

세균의 ‘제한효소’는 크리스퍼시스템이 없거나 파지를 만난 경험이 없는 경우에 사용하는 세균의 방어체계이다. 이런 제한효소는 이제 세균이나 바이러스 유전자를 복제하고 분석하는 실험실에서 일상적으로 사용되고 있다. 또한 진핵세포의 유전자를 복제하여 세균에서 발현시켜 성장호르몬, 인슐린 등과 그 외 의약품과 연구 목적으로 사용되는 단백질을 생산하는 데도 사용된다.

세균은 바이러스뿐만 아니라 때로는 다른 세균으로부터 자신을 방어한다. 매우 난폭하고 강력 한 공격자들에 대응해서 세균들은 스스로를 방어하기 위한 면역단백질을 가지고 있고 이를 통해

‘독소’들을 만들어낸다. 이러한 세균에 대항하는 세균의 독소들은 앞으로 인간이 감염병을 치료하는 데 내성으로 무력해진 항생제를 대체할 수 있는 도구로 사용될 수 있을 것이다.

세균은 우리 건강의 파수꾼이자 환경의 파수꾼 역할도 한다. 바이오살충제로 사용되기도 하고, 모기에 볼바키아균을 감염시켜서 모기매개감염병인 뎅기열이나 사상충증을 획기적으로 감소시키거나 근절시키는데 성공하기도 했다.

“미생물은 우리의 적이 아닐 뿐만 아니라, 우리가 무심하게 지나쳐도 좋을 만큼 사소한 존재도 아니다.”라는 저자의 말이 가슴에 와 닿는다.

요약

COVID-19로 인해 그 어느 시기보다 전염병과 병원균에 대한 대중의 관심이 높아지고 있는 시기에, 저명한 미생물학자 Pascale Cossart의 "The New Microbiology: From Microbiomes to CRISPR"가 학회원에 의하여 번역되어 출판되었다. 저자는 이 책에서 세균들이 미생물군유전체(microbiome)를 형성하여 사회생활을 하고 있음을 강조하고, 미생물군유전체가 인간의 건강 및 생태계에 미치는 영향과 중요성에 대하여 설명하고 있다. 또한 게놈 편집과 유전자 치료 시대를 연 'CRISPR'의 발견과 중요성을 상세하게 설명하고 있다. 이 책을 통하여 미생물에 대한 새로운 이해를 바탕으로 식습관이나 일상생활뿐만 아니라 세균, 식물, 동물, 심지어 곤충 등 모든 생명체를 바라보는 우리의 시각이 극적으로 바뀔 것으로 기대하며, 임상미생물학자와 의료인들에게 이 책의 일독을 권한다.

Ethics statement

It is not a human population study; therefore, approval by the institutional review board or the obtainment of informed consent is not required.

Conflicts of interest

No potential conflicts of interest relevant to this article were reported.

Funding

None.

References

1. Pascale Cossart. Chang CL and Park HS, translators. The new microbiology: from Microbiomes to CRISPR. 1st ed. Pusan: PNU Press; 2022.
2. Pascale Cossart. The new microbiology: from Microbiomes to CRISPR. 1st ed. Washington DC: American Society for Microbiology Press; 2018.
3. Kim YA, Kim H, Chang CL. Translation and publication of the book, "One health: people, animals, and the environment". Ann Clin Microbiol 2020;23:219-23.