

# 제 1 부

## 일반 미생물학 General microbiology

---

제1부의 목적은 (1) 미생물의 구조적 특징과 미생물이 어떻게 병을 일으키는지 설명하고, (2) 실험실 진단방법의 관점에서 미생물학의 과학적 기초지식이 어떻게 실제 임상에 적용되는지를 보여주는 것이다.

- 세균구조와 분류
- 세균의 생리 및 유전학
- 바이러스와 프리온
- 미생물 질병의 병원론
- 진단미생물학과 실험실기법
- 항미생물 화학요법



# 세균구조와 분류

## Bacterial structure and taxonomy

몇 세기에 걸쳐 많은 사람들이 미생물까지 포함한 모든 생물의 분류를 시도해 왔다(표 2-1). 전통적으로 생물은 모두 식물(plant)과 동물(animal), 두 가지 생물계(kingdom)로 분류되었지만 이러한 분류는 자의적이고, (단지) 형태와 성장 특성에 근거한 것이다. 새로운 기술의 발달과 더불어, 이후의 분류는 monera, protista, plantae, fungi 및 animalia의 다섯 생물계를 포함하는 것으로 확장되었다. 그렇지만, 유전적 관련성에 근거한 현재의 이해에 의하면 모든 생명체는 세 가지 영역(domains), 즉 Archaea, Bacteria 및 Eucarya에 모두 귀속된다. Archaea, Bacteria 그리고 Eucarya의 주요한 차이점들을 표 2-2에 정리하였다. Archaea와 Bacteria는 둘 다 prokaryotes로도 알려져 있음에 유의해야 할 것이다.

바이러스(viruses)는 독특하게 세포가 아닌(acellular) 대사활동이 없는 생물체로서, 따라서 오로지 살아있는 세포 안에서만 증식하기 때문에, 이 분류 계통에는 속하지 않는다. 바이러스와 세포로 이루어진 다른 생물체 사이의 그 외 차이점들은 다음과 같다:

- **구조.** 세포는 핵을, 세균(bacteria)의 경우에는 DNA가 있는 부위인 핵양체(nucleoid)를 가지고 있다. 핵(혹은 핵양체)은 세포질(cytoplasm)에 둘러싸여 있으며, 세포질은 에너지를 생산하고 단백질을 합성한다. 바이러스의 내부 핵심은 유전물질인 DNA 또는 RNA이며, 세포질이 없기 때문에 에너지와 단백질의 생산은 숙주에 의존한다(즉 바이러스는 대사적으로 활성이 없다).
- **생식.** 세균은 이분열에 의해 복제되지만(하나의 모세포가 크기가 같은 2개의 딸세포로 분열된다) 바이러스는 먼저 해체된 후 핵산을 복제하고 단백질을 만들며 이들의 재조합으로 새로운 바이러스가 만들어진다. 바이러스는 대사적으로도 불활성이므로 숙주 세포 내에서만 복제할 수 있다. 그러나 세균은 숙주세포 밖에서 복제가 가능하다(리케차와 클라미디아는 예외이며 이들은 살아 있는 세포에서만 증식이 가능한 세균이다).

### 진핵세포생물과 원핵세포생물

앞서 말한 것처럼, 세포 생물체 분류가 달라진 또 한 가지 점은 모든 생물체를 원핵생물(prokaryotes: 즉 Archaea와 Bacteria)과 진핵생물(eukaryotes: 그리스어 *karyon*=핵[nucleus])로 나누는 것이다. 예를 들어 진균, 원충 및 사람은 진핵세포생물이고, 세균은 원핵세포생물이다. 원핵세포생물인 세균의 유전체(genome) 또는 염색체는 이중나선의 원형 DNA 단일 분자이며(염색체보다 작은 플라스미드[plasmid]로 불리는 원형 DNA를 1개 이상 가지고 있는 세균도 있다) 핵막이 없는 반면, 진핵세포는 여러 개의 염색체를 가지고 있으며 핵막으로 둘러싸인 진정한 핵을 가지고 있다.

세균(bacteria)이 많은 사람 병원체를 포함하고 있는 반면, archaea는 사람에게 거의 병을 일으키지 않으며 극한 환경조건(고온, 고농도의 염분)에서 산다. Archaea는 실험실에서 쉽게 배양이 되지 않기 때문에 주목을 받지 못했는데, 흥미롭게도 pyrosequencing 같은 새로운 기술을 사용하는 최근의 연구에 의해 구강 내에서 이들의 존재가 알려졌다. 몇몇 연구에 의하면 어떤 archaea 종들은 치주병이 있을 때 잇몸 가장자리 아래 치태에 더 자주 나타난다.

### 형태

#### 모양과 크기

세균의 외형은 단단한 세포벽에 의해 결정된다. 세균은 그 형태에 따라 세 가지 기본적인 그룹으로 분류된다(그림 2-1):

1. 알균(구형)(그림 2-1A~D)
2. 막대균(막대모양)(그림 2-1E~I)
3. 나선균(나선형)(그림 2-1J)

어떤 세균은 구형과 막대모양이 함께 나타나는 다양한 형태를 보이는데 이를 다형태(pleomorphic, pleo=多, morpic=형태)라고 한다.

표 2-1. 주요 미생물군을 구별해주는 특징

	세균	Mycoplasma	Rickettsiae	Chlamydiae	바이러스	Fungi
광학현미경으로 관찰 가능	+	+	+	+	-	+
세포 밖에서 생존 가능	+	+	-	-	-	+
DNA와 RNA 공존	+	+	+	+	-	+
세포벽의 류레인산	+	+	+	+	-	+
단단한 세포벽	+	-	+	다양	-	+
페니실린에 민감	다양	-	-	-	-	-
테트라사이클린에 민감	다양	+	+	+	-	-
이분열법으로 증식	+	+	+	+	-	-

\*프리온(Creutzfeldt-Jakob disease의 병원체)은 정체가 불분명하여 포함되지 않았다.

표 2-2. 세 가지 생명체 영역(domain) 사이의 주요 차이점

Bacteria	Archaea	Eucarya
<b>유전물질의 구성과 복제</b>		
DNA가 세포질에 퍼져 있음	DNA가 세포질에 퍼져 있음	DNA는 막으로 둘러싸인 핵 안에 존재, 핵소체도 존재
단 1개의 염색체	단 1개의 염색체	1개 이상의 염색체, 같은 염색체가 2개씩(두배수체) 존재하기도 함
DNA가 히스톤 유사단백질과 결합	DNA가 히스톤 유사단백질과 결합	DNA가 히스톤과 복합체를 형성
플라즈미드라 불리는 염색체 외 유전자의 존재가 가능	플라즈미드가 있을 수 있음	플라즈미드는 효모에서만 발견됨
mRNA에 인트론이 없음	대다수의 유전자에 인트론이 없음	모든 유전자에 인트론이 존재함
이분열에 의한 무성생식	무성생식: 아포는 발견되지 않음	유사분열에 의한 세포분열
접합(conjugation), 형질도입(transduction), 형질 전환(transformation)에 의한 유전정보 전달	세균 접합과 비슷한 과정으로 유전물질 교환이 가능함	유전정보 교환은 성생식 동안 일어남. 융합이 일어날 수 있도록 감수분열에 의해 반수체가 만들어짐
<b>세포구성</b>		
세포막에 hopanoid가 존재	세포막에 isoprene이 존재	세포막에 스테롤이 존재
Lipopolysaccharide와 teichoic acid가 존재	Lipopolysaccharides나 teichoic acids가 없음	
에너지대사가 세포막에서 일어남		대부분의 경우 미토콘드리아에서 에너지가 합성됨
광합성은 원형질막계통과 세포질의 소포체에서 일어남		조류와 식물세포의 엽록체에서 광합성이 일어남 내부막, 소포체, 골지체는 단백질합성과 표적화에 관여함 용해소체(lysosome) 및 과산화소체(peroxisome)과 같은 막소체 존재 미세관 세포골격이 존재
편모는 플라젤린이라는 단일 단백질로 이루어짐	양성자 편모에서 에너지를 얻는 편모가 존재	편모는 9+2의 미세관배열로 복잡한 구조를 가짐
리보솜-70S	역제물질에 대한 리보솜의 반응이 eucarya와 닮음	리보솜-80S(미토콘드리아와 엽록체의 리보솜은 70S)
세포벽의 펩티도글리칸	세포벽에 펩티도글리칸이 없음	세포벽이 있는 경우에는 일반적으로 셀룰로즈 또는 키틴과 같은 다당류로 구성됨

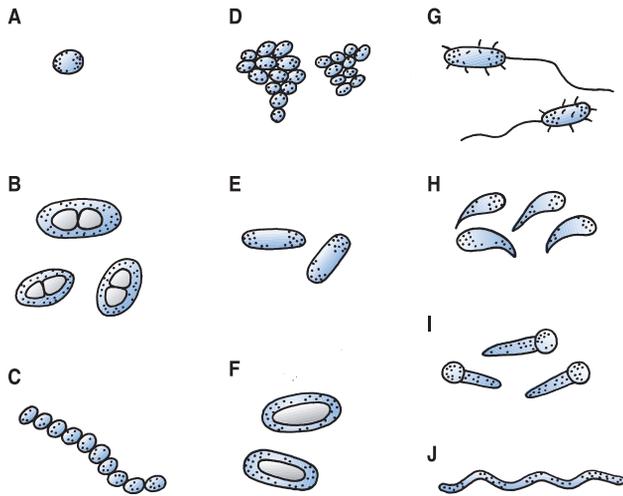


그림 2-1. 일반적 세균의 모양. A, 알균. B, 협막이 있는 쌍알균. C, D, 사슬알균(예, streptococcus)과 포도알균(예, staphylococcus). E, 간균. F, G, 협막이 있는 간균과 편모가 있는 간균(예, *Escherichia coli*). H, 굽은 간균(예, *Vibrio* spp.). I, 아포가 형성된 간균(예, *Clostridium tetani*). J, 스피로헤타.

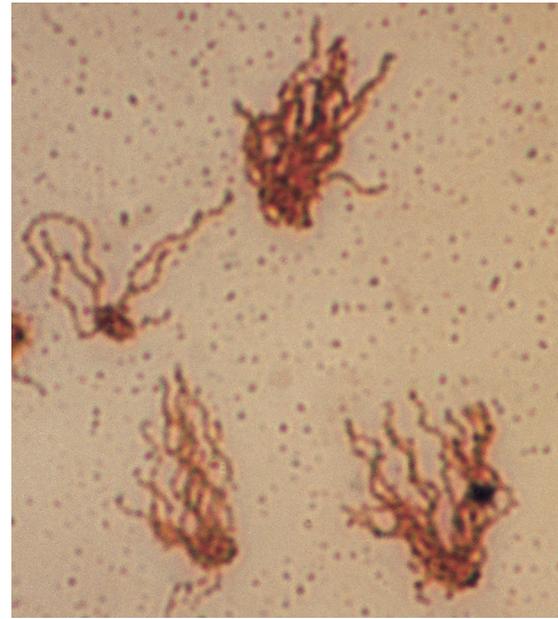


그림 2-3. 주모성 편모를 가진 세균의 현미경사진. 세균 크기에 대한 편모의 길이에 주목하라.

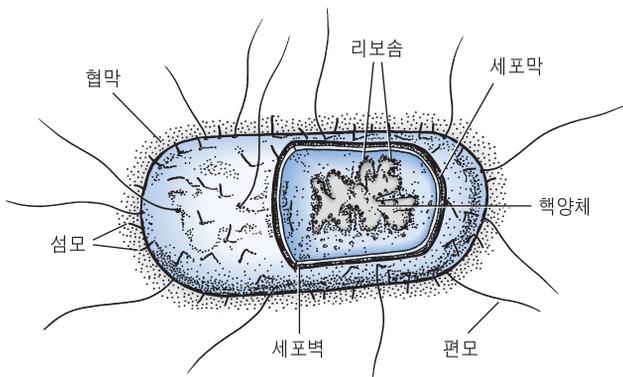


그림 2-2. 세균의 세포.

세균의 크기는 약 0.2~5 $\mu\text{m}$ 에 달한다. 가장 작은 세균은 가장 큰 바이러스(poxviruses)의 크기와 비슷한 반면, 가장 긴 간균은 몇몇 효모나 사람의 적혈구(7 $\mu\text{m}$ )만한 길이에 달한다.

## 배열

세균은 그 형태에 관계없이 세포분열이 연속해서 일어나는 평면을 기준으로 쌍(쌍알균), 사슬(사슬알균), 포도모양(포도알균), 서로 각을 이룬 쌍, 혹은 나무울타리(palisade; corynebacteria) 같은 배열을 한다.

## 그람염색특성

임상미생물학에서, 세균은 세포벽의 염색특성에 따라 크게 두 가지로 분류된다. 그람염색(덴마크 의사인 Christian Gram이 처음

개발)으로 불리는 이 염색법은 세균을 그람양성(자주색) 및 그람음성(분홍색) 그룹으로 나눈다. 그람염색은 세균의 동정에 유용하게 사용되며, 일반적으로 그람양성세균이 그람음성세균보다 페니실린에 대해 감수성이 높기 때문에 그람염색은 세균감염의 치료에 있어 유용한 자료를 제공해준다.

## 구조

전형적인 세균의 구조가 그림 2-2에 나타나 있다. 세균의 단단한 세포벽은 세포막과 다양한 성분으로 이루어진 원형질체를 보호해준다.

## 세포벽 외부의 구조물

### 편모

편모(flagella)는 프로펠러 역할을 하는 채찍처럼 생긴 필라멘트로서 세균을 영양분이 풍부한 곳이나 다른 성분들이 있는 곳으로 인도한다(그림 2-3). 편모는 플라젤린(flagellin)이라는 한 가지 단백질로 이루어져 있다. 편모는 세포의 한쪽 끝(monotrichous, 단모성; lophotrichous, 총모성) 또는 세포표면 전체(peritrichous, 주모성)에 존재한다. 많은 막대균이 편모를 가지고 있는 반면, 대다수의 알균은 편모가 없기 때문에 운동성이 없다. 나선형 세균인 스피로헤타는 세포 주위를 둘러싸고 있는 축필라멘트 형태의 내편모를 가지고 있어 파도모양의 운동성을 나타낸다.

섬모

섬모(*fimbriae*와 *pili*)는 세포표면의 가늘고 머리카락과 같은 필라멘트로서 편모보다 짧다. 주로 그람음성세균에 있는 섬모는 필린(*pilin*)이라는 한 가지 단백질로 이루어져 있으며, 세균이 사람세포 표면에 있는 수용체에 부착하는 데 관여한다(감염이 시작되는 필수적인 첫 단계). 특수한 형태의 섬모인 성섬모(*sex pili*)는 제공세균(*male, donor*)에서 받는 세균(*female, recipient*)으로 유전자 전달이 일어나는 접합(*conjugation*)과정에서 두 세균 사이를 연결하는 역할을 한다.

Glycocalyx(slime layer)

많은 세균은 표면이 글리코칼릭스(*glycocalyx, 점액층*)라는 다당류 층으로 덮여 있으며, 이로 인해 세균은 구강점막, 치아, 심장판막 및 카테터 등의 다양한 구조물에 단단히 부착할 수 있고, 또한 *biofilms* 형성에도 기여한다. 특히 치아우식원인균인 *Streptococcus mutans*의 경우 설탕(*sucrose*)과 같은 음식물 당류로부터 많은 양의 세포 외 다당류를 만든다.

협막

협막(*capsule*)은 세균을 둘러싸고 있는 무정형의 젤라틴 같은 다당류 층으로(대개 글리코칼릭스보다 풍부하다), 때로는 단백질(예, 탄저병 간균)로도 만들어진다. 다당류의 당 성분은 세균 종에 따라 다양하며, 종종 한 세균 종의 혈청형을 결정한다(*Streptococcus pneumoniae*의 84가지 혈청형은 다당류 협막에 있는 당성분의 항원성 차이에 의해 구별된다). 협막이 중요한 이유는 다음과 같다:

- 협막은 세균과 숙주조직, 의치 또는 임플란트와 같은 인공삽입물의 부착을 매개한다(집락형성과 감염의 전제조건).
- 협막은 포식작용을 방해하므로 협막의 존재는 병독성과 관련이 있다.
- 협막은 세균의 식별에 도움이 된다(협막이 협막 다당류에 대한 항체와 반응할 때 크게 부푸는 성질[*quellung reaction*]을 이용).
- 협막 다당류는 보호 항체의 생성을 유도하기 때문에 몇몇 백신의 항원으로 이용된다(예, *S. pneumoniae*의 다당류 백신).

세포벽

세포벽(*cell wall*)은 세균에 견고함을 부여한다. 세포벽은 세포막 외부에 있는 복합층으로 된 다공성(*porous*)구조물로 저분자물질이 통과할 수 있다.

세포벽의 내부층은 펩티도글리칸(*peptidoglycan*)으로 되어 있

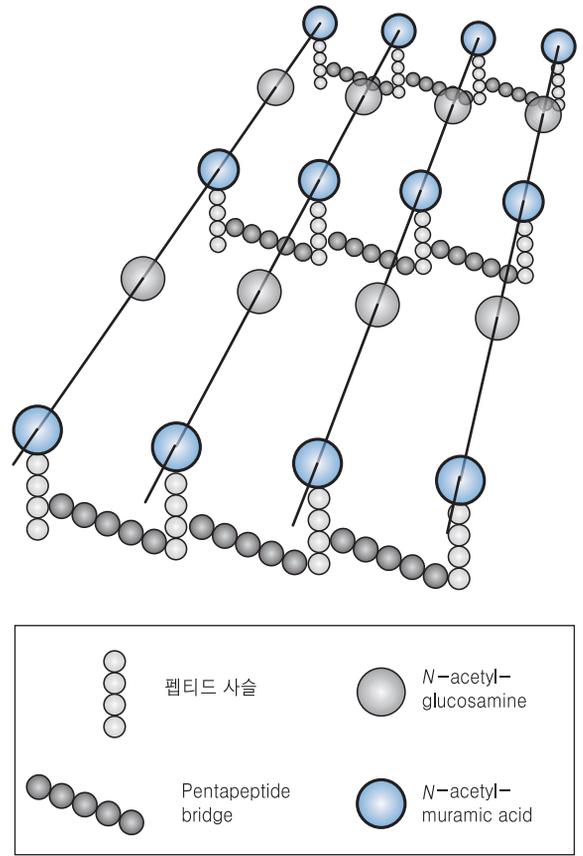


그림 2-4. 그람양성 및 그람음성세균이 모두 가지고 있는 세포벽 펩티도글리칸의 화학적 구조. (After Sharon, N [1969]. *The bacterial cell wall*. *Scientific American* 220, 92.)

으며, 세균에 따라 두께와 화학적 조성이 다르다(그림 2-4). 펩티도글리칸이란 용어는 펩티드(*peptide*)와 당류(*glycan*)에서 유래한다(펩티도글리칸의 동의어는 *뮤레인[murein]*과 *뮤코펩티드*이다).

그람양성 및 그람음성세균의 세포벽은 구조와 화학적 조성에 있어 중요한 차이점을 보인다(그림 2-5):

- 펩티도글리칸층은 그람양성 및 그람음성세균에 공통적이지만 그람양성세균에서 훨씬 두껍다.
- 그람음성세균은 lipopolysaccharide(LPS), 지질단백질 및 인지질로 이루어진 복합구조적인 외막을 가지고 있다. 외막에는 구멍단백질(*porin*)이 존재하는데, 이를 통해 친수성의 분자가 세포 안팎으로 이동할 수 있다. LPS의 O항원과 lipid A 부분도 외막에 들어 있다. 외막과 세포질막 사이에는 원형질주변공간(*periplasmic space*)이 있다. 어떤 세균은 페니실린과 같은 항생제를 파괴하는 효소(예,  $\beta$ -lactamase)를 이 공간에 저장한다.
- 그람음성세균에 있는 LPS는 독성이 높은 내독소(*endotoxin*)를 가지고 있다(그람양성세균은 세포벽에 LPS를 가지고 있지 않아서 내독소를 만들 수 없다). LPS는 세균표면에 결합되어 있으며

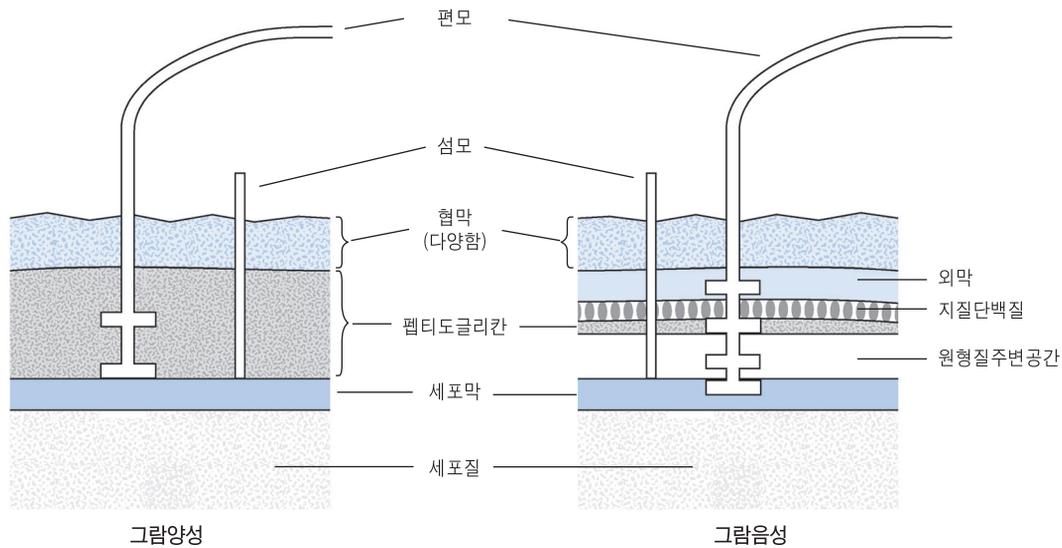


그림 2-5. 그람양성 및 그람음성세균의 세포벽 구조.

세균이 용해될 때만 방출된다. 내독소는 발열 및 쇼크와 같은 질병의 여러 증상과 관련 있다(제5장 참조).

- 특정 세균(예, *Mycobacterium tuberculosis*)의 세포벽에는 **미콜산(mycolic acid)**이라는 지질이 들어 있는데, 이로 인해 그람염색이 되지 않기 때문에 **항산성(acid-fast)**이 있다고 한다(즉, carbolfuchsin으로 염색된 후 산-알코올에 의해 탈색되지 않는다).

#### 불완전한 세포벽을 가진 세균

어떤 세균은 불완전한 세포벽을 가져도 생존할 수 있다. 미코플라스마(mycoplasma), L-형, spheroplast 및 protoplast가 여기에 속한다.

**미코플라스마**는 세포벽을 가지고 있지 않으며, 생존을 위해 고장액(hypertonic) 배지를 필요로 하지 않는다. 미코플라스마는 자연계에 많이 존재하며 사람에게 질병(예, 폐렴)을 일으킬 수 있다.

**L-형**은 대개 실험실에서 배양과정을 통해 만들어지며, 세포벽이 전혀 없거나 또는 부분적으로 결핍되어 있다. 페니실린으로 치료 중인 환자에서 L-형 세균이 만들어질 수 있으며, 미코플라스마처럼 일반 배지에서 증식이 가능하다.

**Spheroplast**(그람음성세균으로부터 생김)와 **protoplast**(그람양성세균으로부터 생김)는 세포벽이 없으며, 실험실 배지에서는 증식되지 않고 불안정하며 삼투압에 약하다. 이들은 효소나 항생제에 의해 인위적으로 만들어지며 고장액 배지를 사용해야 유지가 가능하다.

#### 세포막

세포막(cytoplasmic membrane)은 세포벽의 펩티도글리칸층 바로 안쪽에 위치하고 있으며, 진핵세포에서와 유사한 인지질 이중막으로 이루어진 단위막(unit membrane)이다. 그러나 진핵세포의 세포막에는 스테롤이 존재하지만 원핵세포의 세포막에는 없다(미코플라스마는 유일한 예외). 세포막의 다섯 가지 주요 기능은 다음과 같다:

- 세포 안과 밖으로 분자 또는 용질을 운반하는 능동적 수송 및 선택적 확산
- 산소성세균에서 전자전달과 산화적 인산화
- 세포벽 전구체의 합성
- 효소 및 독소의 분비
- 주화성 및 신호전달계와 관련된 수용체 및 다른 단백질 제공

#### 메소솜

메소솜(mesosome)은 세포막이 둘둘 말려 함입된 부분으로 세포분열이 일어날 때 세포를 반으로 나누는 횡격막의 기원이 된다. 메소솜은 딸세포의 유전물질이 될 DNA가 결합하고 있는 부위이기도 하다.

#### 세포질

세포질(cytoplasm)은 DNA로 이루어진 내부의 핵양체와 리보솜, 영양과립, 대사물질 및 다양한 이온 등을 포함하고 있는 핵양체 주위의 무정형 기질로 이루어진다.

핵물질 혹은 핵양체(nucleoid)

세균의 DNA는 하나의 단단히 꼬인(supercoiled) 원형의 염색체로, 약 2,000개의 유전자를 가지고 있으며, 펼쳐진 상태에서의 길이가 1mm에 달한다(이는 하나의 홀배수 염색체 길이와 유사하다). 세포분열이 일어나면 DNA의 한 고정된 지점으로부터 양방향으로 반보존적(semiconservative) 복제가 일어난다.

리보솜

리보솜(ribosome)은 단백질을 합성하는 장소이다. 세균의 리보솜과 진핵세포의 리보솜은 크기와 조성이 다르다. 세균의 리보솜 단위는 70S이며 진핵세포의 리보솜 단위는 80S이다. 이러한 차이는 사람의 단백질 합성에는 영향을 주지 않으면서 세균의 단백질 합성을 저해하는 항생제가 선택적으로 작용하는 바탕이 된다.

세포질 포함물(cytoplasmic inclusion)

세포질에는 에너지 저장고 역할을 하는 여러 가지 포함물이 있는데, polymetaphosphate, 다당류, β-hydroxybutyrate 등이 있다.

세균아포

의학적으로 중요한 세균들을 포함하고 있는 *Bacillus* 속(예, 탄저균)과 *Clostridium* 속(예, 파상풍균과 보툴리즘균)의 세균은 환경이 좋지 않을 때 아포(spores)를 만든다. 이러한 세균들은 탄소나 질소를 공급하는 영양소가 부족할 때 아포를 만든다(그림 2-6). 하나의 아포는 하나의 영양세포로부터 만들어지며, DNA, 소량의 세포질, 세포막, 펩티도글리칸, 미량의 수분 및 가장 중요한 두꺼운 각질(keratin) 같은 외피를 가지고 있다. 아포외피는 calcium dipicolinate의 함량이 높으며, 열, 탈수, 방사선조사 및 화학제에 높은 저항성을 나타낸다. 일단 형성된 아포는 대사적으로 활성이 없으며 수년간 휴지 상태에 머물러 있을 수 있다. 아포는 세포벽에 대한 그 생성 위치에 따라 '말단(terminal)' 또는 '아말단(sub-terminal)' 아포로 불린다.

수분과 영양소 등의 적합한 환경이 조성되면 효소의 작용에 의해 아포외피가 분해되고 아포는 대사와 증식이 가능한 영양세포로 바뀐다(그림 2-6).

세균아포의 임상적 관련성

아포가 임상적으로 중요한 이유는 아포는 열과 화학제에 높은 저항성을 가지고 있기 때문이다. 따라서 끓여서는 아포를 쉽게 멸균할 수 없으며, 수술에 필요한 물건의 멸균을 위해서는 고압증기

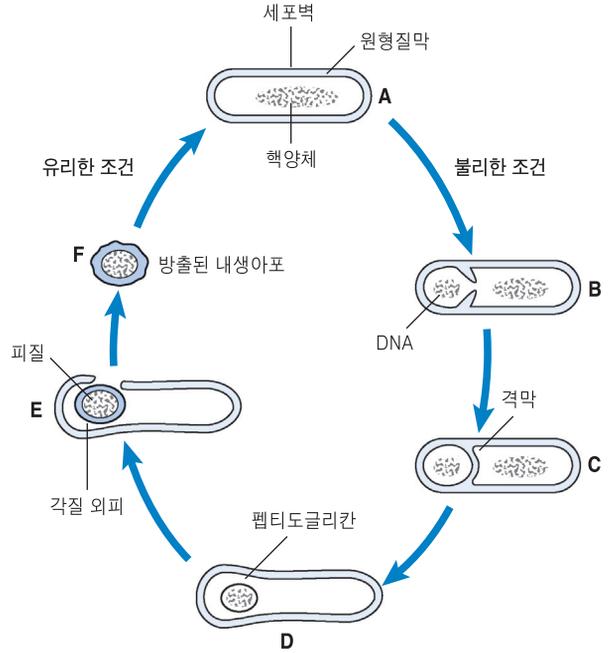


그림 2-6. 아포 형성의 주기. A, 영양세포. B, 세포막이 안으로 자란다. C, 아포전구체(forespore) 형성. D, 아포전구체가 원형질로부터 완전히 분리된다. E, 피질과 각질 아포외피를 형성한다. F, 아포방출과 호조건에서 영양세포로 전환한다.

멸균법(autoclaving)과 같은 보다 효과적인 방법이 요구된다(제 37장 참조). 세균아포의 이러한 성질은 증기멸균기의 멸균 효과를 평가하는 데 이용할 수 있으며, *Bacillus stearothermophilus*를 비롯한 몇 가지 다른 *Bacillus* 종의 아포가 이러한 목적에 이용되고 있다.

분류학

생물을 체계적으로 정해진 그룹으로 분류하는 것을 분류학(taxonomy)이라 한다. 분류에 대한 실제적 지식은 진단미생물학, 역학 및 병인 연구에 유용하다.

이 장의 처음 부분에서 언급한 바와 같이 의학미생물학 분야에서 만나게 되는 생물들은 Bacteria, Archaea 및 Eucarya 영역(domains)에 속한다.

이 분류체계는 각 영역에 속하는 생물 종들의 진화 관련성 혹은 유전적 상동성에 근거를 두는 데 비해, 임상미생물실험실에서는 좀 더 실용적인 분류수단이 이용된다. 이러한 실험실에서는 세균을 세균동정에 이용되는 표현형적(phenotypic: '유전형적'과 대조된다) 특징에 따라 분류하므로 다소 인위적이라고 볼 수 있다. 분류에 이용되는 표현형적 특징은 다음과 같다:

- 형태(알균, 막대균, 나선균 등)



그림 2-7. 그람양성세균의 간단한 분류.

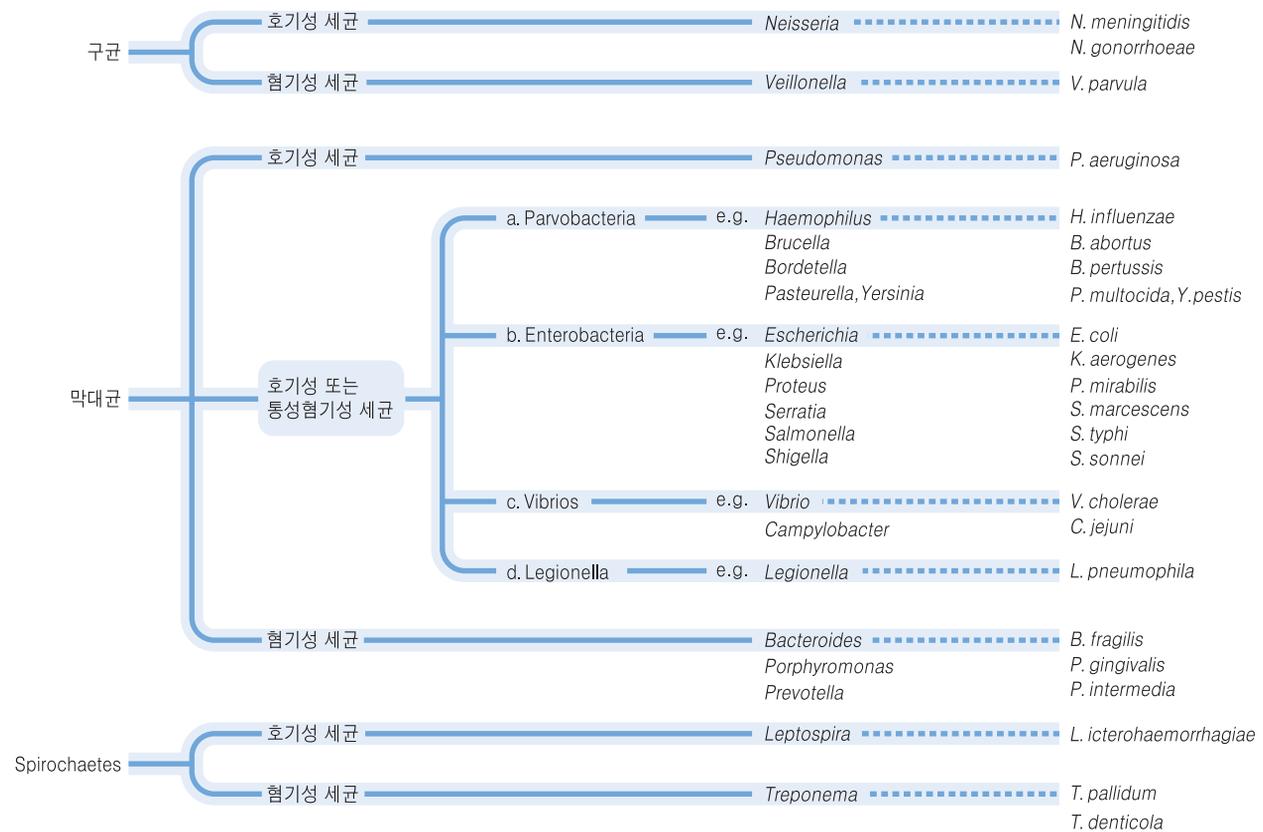


그림 2-8. 그람음성세균의 간단한 분류.

- 염색특성(그람양성, 그람음성 등)
  - 배양조건(산소성, 조건무산소성, 무산소성)
  - 생화학적 반응(당 발효 반응에 따른 당 분해성과 비분해성)
  - 항원구조(혈청형)
- 의 · 치학적으로 중요한 세균은 형태, 그람염색 및 배양조건에 따라 분류된다. 의학적으로 중요한 세균에 대한 간단한 분류법이 그

림 2-7과 2-8에 나타나 있다.

### 유전형적 분류

위에 언급된 표현형질에 따른 전통적 분류법과는 대조적으로 생물체의 유전형적(genotypic) 분류 및 종 구분에 대한 중요성과 유용성이 점점 더해지고 있다. 유전형적 분류(genotypic taxonomy)

는 유전적 특징을 이용하며, 이는 개체가 나타내는 때로는 일시적인 표현형질보다 더 안정적이다. 이러한 방법은 본질적으로 개체 간의 DNA 상동성 정도를 평가하여 **종을 결정(speciate)**하는데, 구아닌(guanine)과 시토신(cytosine) 함량 분석, 리보타이핑(ribotyping), 무작위 증폭 다형 DNA(RAPD)분석, pulsed-field gel electrophoresis(PFGE) 등에 의한다. 리보솜 RNA(rRNA) 유전자의 nucleotide 서열에 기반한 새로운 분류법은 이제 세균동정의 확고한 방법이 되었다. 이러한 방법에 대해서는 제3장에 좀 더 자세히 서술되어 있다.

최근 연구에 따르면 사람에게는 구강과 같이 내인성 세균이 자라는 서식지에 통상적인 실험실방법으로는 배양이 되지 않는 세균이 존재한다. 이러한 소위 **배양불가 종**들은 bacteria와 archaea 양쪽 모두에 해당되며, 분자기법 또는 **metagenomics**법에 의해서만(예, 16S RNA의 직접 증폭) 검출될 수 있다. 이러한 방법으로 탐지한 세균을 **phyloptype**이라고도 하는데 새로운 **phyloptype**이 질병과 연관이 있는지에 대해서는 더 연구가 필요하다.

이제 건강한 구강의 미생물들은, 배양이 가능하든 불가능하든, 함께 **‘core microbiome’**이라는 명칭으로 불린다. 이 core microbiome의 분석은 최근에 개발된 **pyrosequencing**(DNA 서열분석의 한 방법)으로 불리는 기술로 인해 아주 용이해졌다. Pyrosequencing 연구에서 얻은 자료들은 건강한 구강 내에는 1,000가지가 넘는 세균 종들이 존재할 수 있음을 밝혀주었다(제31장 참조).

표 2-3. 개체의 분류에 있어서 서열등급

분류적 등급	예
영역	Bacteria
계	Bacteria
문	Firmicutes
강	Bacilli
목	Lactobacillales
과	Lactobacillaceae
속	<i>Lactobacillus</i>
종	<i>Lactobacillus acidophilus</i>

### 생물은 어떻게 이름을 가지게 되는가?

생물의 명칭은 분류단계에 따라 **영역(domain)**으로부터 시작하여, 그 다음 **계(kingdom)**, **문(phylum)**, **강(class)**, **목(order)**, **과(family)**, **속(genus)** 및 **종(species)**이 따른다(표 2-3). 개체의 과학적 이름은 속(屬)과 종(種)명으로 조합된 이명법을 사용하며, *Streptococcus salivarius*와 같이 속명(屬名)의 첫 글자는 대문자, 종명(種名)은 전체를 소문자로 쓴다. 세균이름은 일반적으로 이탤릭체로 표기하며 속 이름은 *S. salivarius*와 같이 약자로 쓸 수 있다. 세균의 이름을 형용사적 또는 총괄적으로 사용할 때는 이탤릭체로 쓰지 않으며 또한 대문자로 시작하지 않는다(예, staphylococcal enzyme, lactobacilli).

### 주요사항

주의: 임상적으로 관련이 있는 사실 및 중요 실천사항은 **이탤릭체**로, 주요단어는 **굵은 글씨**로 표기하였다.

- ‘미생물’은 현미경을 사용하지 않고는 볼 수 없는 개체를 가리키는 말이다.
- 주요 미생물 그룹으로는 크기순으로 **조류(algae)**, **원충(protozoa)**, **진균(fungi)**, **세균(bacteria)**, **바이러스(viruses)**가 있다.
- 모든 생물체의 세포는 원핵세포(Archea와 Bacteria)이거나 진핵세포이다.
- 세균과 같은 원핵세포는 내부 막 구조나 세포 소기관이 없는 단순한 세포이다.
- 진핵세포는 핵, 미토콘드리아와 같은 **세포 소기관**, 그리고 복잡한 **내부 막 구조**를 가지고 있다(예, 진균 및 사람의 세포).
- 세균은 염색특성에 따라 **그람양성(자주색)**과 **그람음성(분홍색)**의 두 분류로 나뉜다.
- 세균의 세포벽 외부의 구조물로는 **편모(flagella)**, 채찍 같은 필라멘트, **섬모(fimbriae 또는 pili)**, 가늘고 짧으며 머리카락 같은 필라멘트, **글리코칼릭스(glycocalyx, 점액층)** 및 **협막(capsule)**이 있다.
- 편모는 운동에 관여하고 섬모는 세포부착, 글리코칼릭스는 부착과 보호 작용을 한다.

- 세포벽의 **펩티도글리칸**은 **그람양성 및 그람음성세균에 공통적**이지만 그람양성세균에서 더 두껍다. 펩티도글리칸은 세균에 견고함과 모양을 부여한다.
- 펩티도글리칸은 *N*-acetylmuramic acid 와 *N*-acetylglucosamine의 긴 사슬이 펩티드 결사슬 및 연결다리로 교차결합되어 이루어진다.
- **Lipopolysaccharide(LPS)**는 **그람음성세균의 외막에 있는 성분**이다. LPS는 **내독소**이며, LPS가 없는 **그람양성세균은 내독소를 만들지 못한다**.
- **미코박테리아(mycobacteria)** 같은 세균의 세포벽은 **미콜산**이라는 지질을 가지고 있으며, 이 때문에 **그람염색이 되지 않는다**. 이러한 세균을 **항산성(acid-fast)** 세균이라 한다.
- **세균의 세포질**에는 염색체에 해당하는 핵물질인 **핵양체(nucleoid)**, **리보솜**, **세포포함물/저장과립**이 있다.
- *Bacillus* 종과 *Clostridium* 종은 조건이 좋지 않을 때 **아포**를 만든다.
- 개체를 체계적으로 정해진 그룹으로 분류하는 **분류학(taxonomy)**에서 세균은 형태, 염색반응, 배양조건, 생화학적 반응, 항원구조 및 DNA조성에 따라 분류된다.