


临床微生物与 免疫检验学

魏 红◎著



非外编

 吉林科学技术出版社

临床微生物与免疫检验学

魏红◎著

图书在版编目 (C I P) 数据

临床微生物与免疫检验学 / 魏红著. -- 长春 : 吉林科学技术出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-5578-4049-5

I. ①临… II. ①魏… III. ①病原微生物—医学检验
②免疫学—医学检验 IV. ①R446

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第081492号

临床微生物与免疫检验学

著 魏 红
出版人 李 梁
责任编辑 许晶刚
封面设计 长春创意广告图文制作有限责任公司
制 版 长春创意广告图文制作有限责任公司
幅面尺寸 185mm×260mm
字 数 378千字
印 张 20
印 数 650册
版 次 2019年3月第2版
印 次 2019年3月第2版第1次印刷

出 版 吉林科学技术出版社
发 行 吉林科学技术出版社
地 址 长春市人民大街4646号
邮 编 130021
发行部电话/传真 0431-85651759
储运部电话 0431-86059116
编辑部电话 0431-85677817
网 址 www.jlstp.net
印 刷 虎彩印艺股份有限公司

书 号 ISBN 978-7-5578-4049-5
定 价 85.00元

如有印装质量问题 可寄出版社调换
因本书作者较多, 联系未果, 如作者看到此声明, 请尽快来电或来函与编辑部联系, 以便商洽相应稿酬支付事宜。
版权所有 翻印必究 举报电话: 0431-85677817

前 言

本书分为三部分，第一部分为微生物学，第二部分为寄生虫学，第三部分为免疫学。全书共 26 章，本书内容适度，所选内容适合未来职业活动所需的最基本、最常用的理论知识要求。

第一部分为微生物学，共十五章，详细介绍了细菌概述、其他生物概述、微生物遗传变异、医学微生态学与医院感染等。第二部分寄生虫学，共四章，概述、医学蠕虫、医学原虫、医学节肢动物等。第三部分为免疫学，本部分共七章，详细介绍了自身免疫与免疫学检验、免疫增殖病与免疫学检验、免疫缺陷病与免疫学检验等。全书内容充实，内容详尽，是一本很好的医学参考书。

由于编写时间仓促，错误和遗漏之处在所难免，恳请广大读者指正。

编 者

目 录

第一部分 微生物学	(1)
第一章 细菌概述	(1)
第一节 细菌的形态与结构	(1)
第二节 细菌的生理	(7)
第三节 细菌的感染与免疫	(13)
第二章 病毒概述	(21)
第一节 病毒的基本生物学性状	(21)
第二节 病毒的感染与免疫	(25)
第三章 其他微生物概述	(30)
第一节 真菌	(30)
第二节 支原体	(33)
第三节 衣原体	(34)
第四节 立克次体	(35)
第五节 螺旋体	(36)
第六节 放线菌	(38)
第四章 微生物遗传变异	(39)
第一节 细菌的遗传变异	(39)
第二节 病毒的遗传变异	(42)
第三节 微生物遗传变异在医学上的应用	(43)
第五章 医学微生态学与医院感染	(45)
第一节 正常菌群	(45)
第二节 微生态平衡与失调	(47)
第三节 条件致病性感染	(48)
第四节 医院感染	(50)
第六章 微生物分布与消毒、灭菌	(53)
第一节 微生物分布	(53)

第二节	消毒与灭菌	(54)
第七章	微生物感染的实验室检查与防治原则	(61)
第一节	微生物感染的实验室检查	(61)
第二节	微生物感染的防治原则	(64)
第八章	呼吸系统感染常见的病原微生物	(67)
第一节	呼吸系统感染常见的病毒	(67)
第二节	呼吸系统感染常见的细菌	(71)
第三节	呼吸系统感染常见的其他微生物	(81)
第九章	消化系统感染常见的病原微生物	(83)
第一节	消化系统感染常见的病毒	(83)
第二节	消化系统感染常见的细菌	(94)
第十章	泌尿生殖系统感染常见的病原微生物	(106)
第一节	泌尿生殖系统感染常见的病毒	(106)
第二节	泌尿生殖系统感染常见的细菌	(108)
第三节	泌尿生殖系统感染常见的其他微生物	(110)
第十一章	神经系统感染常见的病原微生物	(114)
第一节	神经系统感染常见的病毒	(114)
第二节	神经系统感染常见的细菌	(118)
第三节	神经系统感染的其他微生物	(120)
第十二章	脉管系统感染常见的病原微生物	(123)
第一节	脉管系统感染常见的病毒	(123)
第二节	脉管系统感染常见的细菌	(124)
第三节	脉管系统感染常见的其他微生物	(126)
第十三章	皮肤黏膜、软组织及创伤感染常见的病原微生物	(127)
第一节	皮肤黏膜、软组织及创伤感染常见的细菌	(127)
第二节	皮肤黏膜、软组织及创伤感染常见的其他微生物	(137)
第十四章	免疫系统感染常见的病毒	(140)
第一节	人类免疫缺陷病毒	(140)
第二节	EB 病毒	(144)
第三节	人类嗜 T 细胞病毒	(145)
第四节	人类疱疹病毒 6、7 型	(146)

第十五章 先天感染常见的病原微生物	(147)
第一节 先天感染常见的病毒	(147)
第二节 先天感染的病原学检查及防治原则	(149)
第二部分 寄生虫学	(150)
第一章 概述	(150)
第一节 寄生生活、寄生虫、宿主及生活史	(150)
第二节 寄生生活对寄生虫形态与生理的影响	(151)
第三节 寄生虫与宿主的相互作用	(152)
第四节 寄生虫病的流行与防治原则	(154)
第二章 医学蠕虫	(156)
第一节 线虫	(156)
第二节 吸虫	(165)
第三节 绦虫	(171)
第三章 医学原虫	(178)
第一节 概述	(178)
第二节 叶足虫	(180)
第三节 鞭毛虫	(184)
第四节 孢子虫	(188)
第五节 纤毛虫	(196)
第四章 医学节肢动物	(197)
第一节 概述	(197)
第二节 常见医学节肢动物	(199)
第三部分 免疫学	(201)
第一章 自身免疫与免疫学检验	(201)
第一节 概述	(201)
第二节 自身免疫病发生的相关因素	(202)
第三节 自身免疫病的免疫损伤机制	(205)
第四节 临床常见的自身免疫病	(206)
第五节 自身免疫病的免疫学检验	(208)
第二章 免疫增殖病与免疫学检验	(216)
第一节 概述	(216)

第二节	免疫增殖病的免疫损伤特点	(218)
第三节	常见的免疫增殖病	(221)
第四节	免疫增殖病的免疫学检验	(227)
第三章	免疫缺陷病与免疫学检验	(232)
第一节	概 述	(232)
第二节	原发性免疫缺陷病	(233)
第三节	继发性免疫缺陷病	(239)
第四节	免疫缺陷病的免疫学检验	(245)
第四章	感染性疾病与免疫学检验	(250)
第一节	细菌感染性疾病的免疫学检验	(250)
第二节	病毒感染性疾病的免疫学检验	(252)
第三节	其他微生物感染的免疫学检验	(262)
第四节	寄生虫感染的免疫学检验	(265)
第五章	肿瘤免疫与免疫学检验	(269)
第一节	肿瘤抗原	(269)
第二节	机体抗肿瘤的免疫机制	(271)
第三节	肿瘤的免疫逃逸机制	(273)
第四节	肿瘤的免疫学检验	(274)
第六章	移植免疫与免疫学检验	(283)
第一节	引起排斥反应的靶抗原	(284)
第二节	移植排斥反应的种类和发生机制	(287)
第三节	组织配型	(291)
第四节	移植排斥反应的免疫学防治	(294)
第五节	排斥反应的免疫监测	(296)
第七章	其他系统免疫性疾病与免疫学监测	(300)
第一节	神经系统疾病与免疫学检测	(300)
第二节	血液系统疾病与免疫学检测	(302)
第三节	内分泌系统疾病与免疫学检测	(307)
第四节	消化系统疾病与免疫学检测	(308)
第五节	心血管系统疾病与免疫学检测	(310)
第六节	生殖系统疾病与免疫学检测	(313)

第一部分 微生物学

第一章 细菌概述

细菌为原核细胞型微生物，是一种个体微小，具有细胞壁的单细胞微生物。本章将介绍细菌的形态、结构、生理及细菌的感染与免疫。通过学习了解细菌的基本形态、基本结构与特殊结构，了解细菌生长繁殖条件及代谢产物与致病的关系，了解细菌的致病性和免疫性，对细菌性感染的诊断和防治具有重要的实际意义。

第一节 细菌的形态与结构

一、细菌的形态

(一) 大小

细菌是单细胞生物，形体微小，结构简单，通常以微米(μm)作为测量单位($1\mu\text{m}=1/1000\text{mm}$)。不同种类细菌的大小不一，多数球菌的直径为 $1\mu\text{m}$ ，中等大小的杆菌长 $2\sim 3\mu\text{m}$ ，宽 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 。观察细菌需经显微镜放大几百倍或几千倍才能看到。细菌的大小可因菌龄和环境因素的影响而各异。

(二) 基本形态

按外形将细菌分为球菌、杆菌和螺形菌三类，如图1-1-1所示。

1. 球菌 球菌外形呈球形或近似球形，直径为 $0.8\sim 1.2\mu\text{m}$ 。由于繁殖时分裂平面不同，分裂后新菌排列的相互关系不同，又将它们分成双球菌、链球菌、四联球菌、葡萄球菌等。

2. 杆菌 杆菌的形态多数呈直杆状，也有的菌体微弯。菌体两端多呈钝圆形，少数两端平齐(如炭疽杆菌)，也有两端尖细(如梭杆菌)或末端膨大呈棒状(如白喉杆菌)。排列一般分散存在，无一定排列形式，偶有成对或链状，个别呈特殊的排列如栅栏状或V形、Y形、L形。

3. 螺形菌 螺形菌分有两种，如果菌体只有一个弯曲呈弧形或逗点状，称为弧菌，如霍乱弧菌；如果菌体有多个弯曲，但不超过 $3\sim 5$ 个弯曲，称为螺形菌，如鼠咬热螺菌。

细菌的形态可受各种理化因素的影响，如温度、时间、pH值和培养成分等，只有在



生长条件适宜时培养 8 ~ 18h, 形态才较典型, 否则将出现不典型形态。因此, 观察细菌的大小和形态, 应选择其适宜生长条件下的对数期为宜。

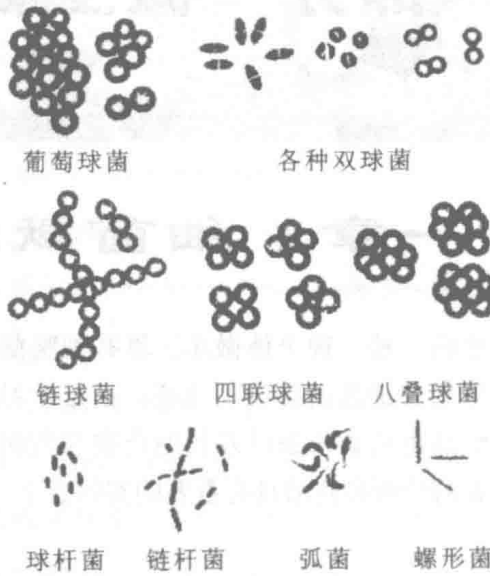


图 1-1-1 细菌的基本形态

二、细菌的结构

细菌的基本结构包括细胞壁、细胞膜、细胞质、核质等, 除基本结构外, 有些细菌还具有特殊结构, 如荚膜、鞭毛、菌毛、芽胞等 (图 1-1-2)。细菌的结构对于细菌的鉴定及其致病性、免疫性都有重要作用。

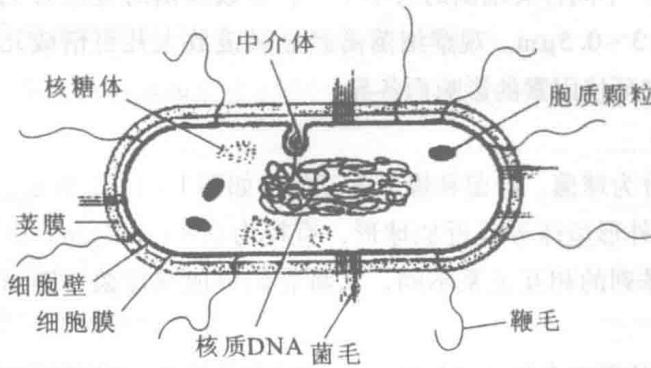


图 1-1-2 细菌的结构

(一) 基本结构

1. 细胞壁 细胞壁位于细菌细胞的最外层, 是一层质地坚韧而富有弹性的膜状结构。组成比较复杂且随不同细菌而异。用革兰染色法将细菌分为革兰阳性菌 (G^+) 与革兰阴性菌 (G^-) 两大类, 两类细菌的共有组分是肽聚糖, 但各有其特殊组分。



(1) 肽聚糖 革兰阳性菌与革兰阴性菌的细胞壁主要成分是肽聚糖。革兰阳性菌的肽聚糖是由聚糖链、四肽侧链、五肽交联桥三部分构成，革兰阴性菌的肽聚糖是由聚糖链、四肽侧链两部分构成（图 1-1-3）。聚糖链是由 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸间通过 $\beta-1,4$ 糖苷键连接间隔排列，四肽侧链连接在胞壁酸上，四肽侧链和五肽交联桥的组成及连接方式随菌种而异。

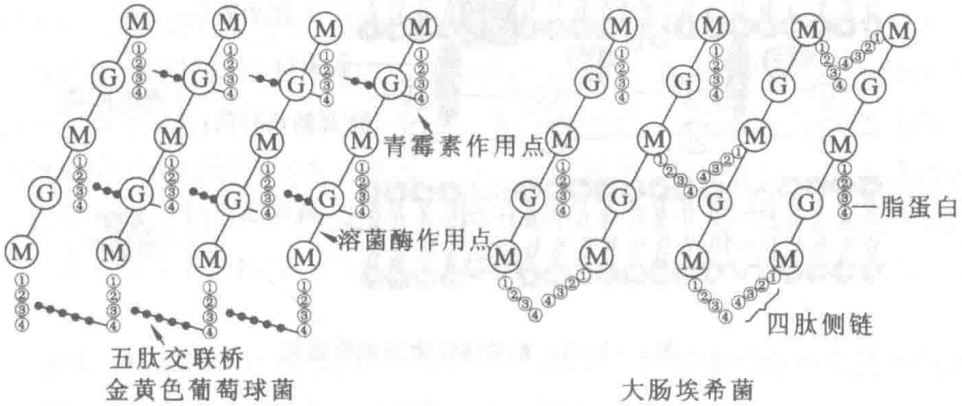


图 1-1-3 细菌肽聚糖结构

M—N-乙酰胞壁酸；G—N-乙酰葡萄糖胺；1—L-丙氨酸；2—D-谷氨酸；
3—L-赖氨酸或二氨基庚二酸（DAP）；4—D-丙氨酸；—甘氨酸

(2) 革兰阳性菌细胞壁构成 革兰阳性菌的肽聚糖是坚韧的三维立体结构且层数多（15~50层），占细胞壁干重的 50%~60%，其余是其特有的磷壁酸成分（图 1-1-4）。磷壁酸按结合部位分膜磷壁酸和壁磷壁酸两种。

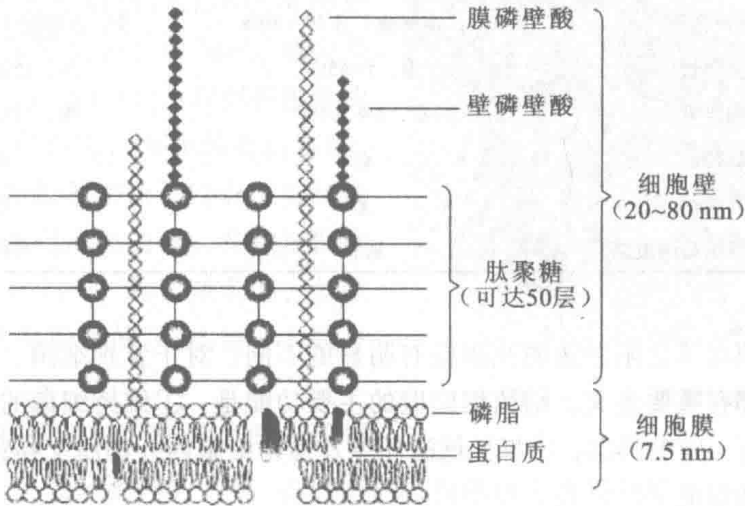


图 1-1-4 革兰阳性菌细胞壁结构

(3) 革兰阴性菌细胞壁构成 革兰阴性菌的肽聚糖含量少（1~3层）且结构疏松。



在肽聚糖层外侧由内向外依次为脂蛋白、脂质双层、脂多糖。脂多糖又由脂质 A、核心多糖、寡糖重复单位三部分组成（图 1-1-5）。

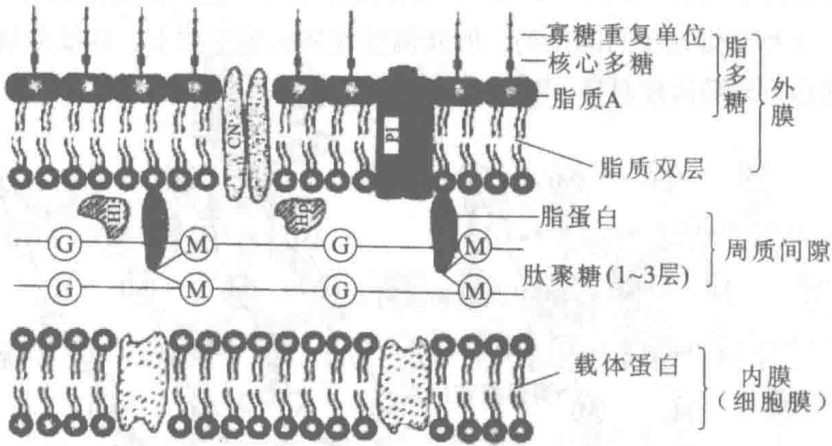


图 1-1-5 革兰阴性菌细胞壁结构

青霉素抑制五肽交联桥与四肽侧链之间的连接，使细菌不能合成完整的细胞壁而死亡。溶菌酶破坏肽聚糖的 $\beta-1, 4$ 糖苷键而引起细菌死亡。革兰阴性菌细胞壁肽聚糖含量少，又有外膜的保护，故对溶菌酶和青霉素不敏感。（表 1-1-1）

表 1-1-1 革兰阳性菌与革兰阴性菌细胞壁的比较

细胞壁结构	革兰阳性菌	革兰阴性菌
强度	较坚韧	较疏松
厚度	厚, 20~80nm	薄, 10~15nm
肽聚糖层数	多, 可达 50 层	少, 仅 1~3 层
肽聚糖含量	多, 占细胞干重 50~80%	少, 占细胞干重 5%~20%
糖类含量	多, 约 45%	少, 15%~20%
脂类含量	少, 1%~4%	多, 11%~22%
磷壁酸	有	无
外膜	无	有
对青霉素、溶菌酶的敏感性	敏感	不敏感

革兰阴性菌与革兰阳性菌的细胞壁有明显的不同，对于鉴别细菌、选择用药、判定细菌的致病性都有重要意义。细菌细胞壁的主要功能是：①维持细菌的固有外形，保持细菌完整并具有一定的形态；②抵抗低渗环境及参与细胞内外物质交换；③有免疫原性；④与细菌致病性有关。

(4) 细菌 L 型 即细菌细胞壁缺陷型，是指细菌细胞壁中的肽聚糖结构受到理化或生物因素的直接破坏或合成被抑制后，在高渗环境下仍能存活的细胞壁缺陷型细菌。其形态呈高度多形性，不易着色、不易培养，但在高渗环境下培养时能缓慢生长。细菌 L



型仍有致病能力，在临床上可引起尿路感染、骨髓炎、心内膜炎等。因此当临床上遇有症状明显而常规细菌培养为阴性时，应考虑到细菌 L 型感染的可能性。细菌 L 型也常在使用作用于细胞壁的抗菌药物（如青霉素、头孢菌素等）的治疗过程中诱发产生。

2. 细胞膜 细胞膜是位于细胞壁内侧、包绕细胞质、质地柔韧并富有弹性的液性膜状结构，厚约 7.5nm，占细菌干重的 10% ~ 30%。主要功能有物质转运、生物合成和分泌、呼吸等。

3. 细胞质 膜内溶胶状物质，是细菌新陈代谢的重要场所，是合成蛋白质和复制核酸的场所，也是进行同化和异化作用的场所。细胞质内还含有一些十分重要的颗粒物质。

(1) 质粒 质粒是染色体外的遗传物质，基因数目少，100 ~ 200 个，携带特定遗传信息而控制细菌的某些性状。能在细胞质中独立自行复制，传给子代；也可通过接合或转导作用等将质粒传递给无质粒的细菌。很多细菌含有质粒，例如，金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、痢疾杆菌、沙门菌、白喉棒状杆菌等，医学上重要的质粒有 F 质粒、R 质粒等。

(2) 核糖体 核糖体是合成蛋白质的场所。链霉素、红霉素等能与细菌的核糖体结合，干扰细菌蛋白质的合成，从而抑制细菌的生长繁殖。

(3) 胞质颗粒 多数为细菌储存的营养物质，包括多偏磷酸盐、糖、脂类等。细胞质颗粒中较常见的是异染颗粒，经染色后颜色明显不同于菌体的其他部位。如白喉棒状杆菌的异染颗粒，对细菌鉴别有一定的意义。

4. 核质 细菌是原核生物，无核膜和核仁，DNA 缠结成团，裸露于细胞质中，故称核质或拟核。核质具有细胞核的功能，控制着细菌的遗传和变异等各种生物学性状。

(二) 特殊结构

1. 荚膜 荚膜是某些细菌在生长繁殖过程中分泌的一层黏液性物质，包围在细胞壁外，通常这种黏液层厚度小于 $0.2\mu\text{m}$ ，成分是多糖或多肽（图 1-1-6）。它可以保护菌体免受吞噬细胞的捕捉和吞噬，因而具有抗吞噬、侵袭力强、与致病性关系密切等特点。如肺炎球菌、炭疽杆菌等都有这类荚膜。有些细菌的荚膜层较薄，小于 $0.2\mu\text{m}$ ，称为微荚膜，如链球菌的 M 蛋白、伤寒杆菌的 Vi 抗原、大肠杆菌的 K 抗原等。

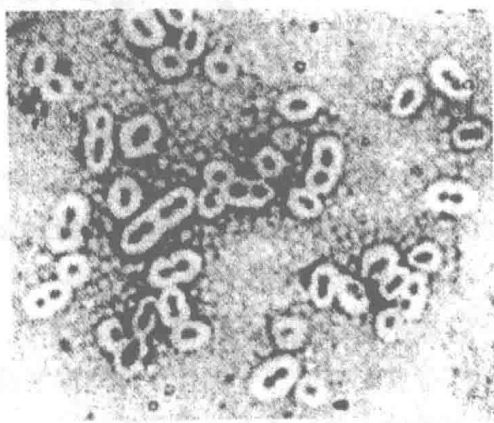


图 1-1-6 细菌的荚膜

2. 鞭毛 鞭毛是伸向于菌体表面细长弯曲呈波浪状的丝状物，成分是蛋白质，有抗原性。根据鞭毛数目和排列方式，将鞭毛分为单毛菌、双毛菌、丛毛菌和周毛菌（图 1-1-7）。鞭毛在菌体上的位置和数量对鉴别细菌有重要意义。

鞭毛的主要作用是：①细菌的运动器官；②与某些细菌的致病性有关。



3. 菌毛 是菌体上短而且直的丝状物。成分是蛋白质，有抗原性。菌毛共分两类，一类是普通菌毛，数目多，短粗，有黏附作用，与致病性有关；另一类是性菌毛，通常有3~4根，稍长（图1-1-8），带有性菌毛的细菌是雄性菌，通过性菌毛可以把质粒传给雌性菌，使受体菌获得质粒所控制的遗传性状。

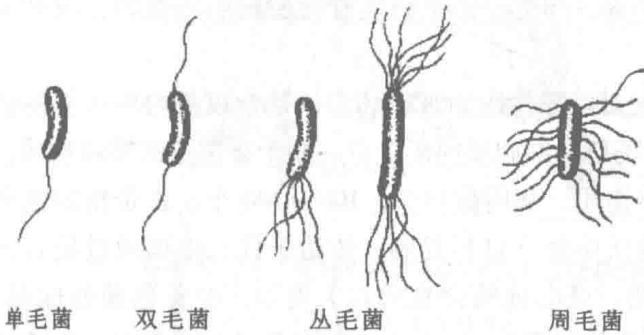


图1-1-7 细菌的鞭毛

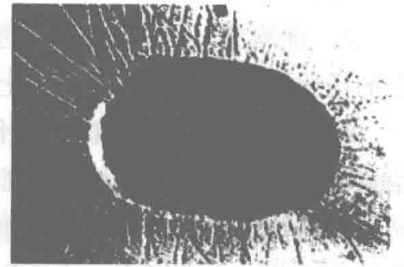


图1-1-8 细菌的菌毛

4. 芽胞 (spore) 芽胞是在一定条件下，菌细胞细胞质脱水浓缩，在菌体内形成一个圆形或椭圆形的折光性强的小体。通常一个菌细胞只能形成一个芽胞。芽胞的位置对鉴定细菌有重要的参考价值。例如，炭疽杆菌的芽胞是在菌体中央，破伤风杆菌的芽胞是在菌体末端，肉毒杆菌的芽胞位于菌体次极端（图1-1-9）。

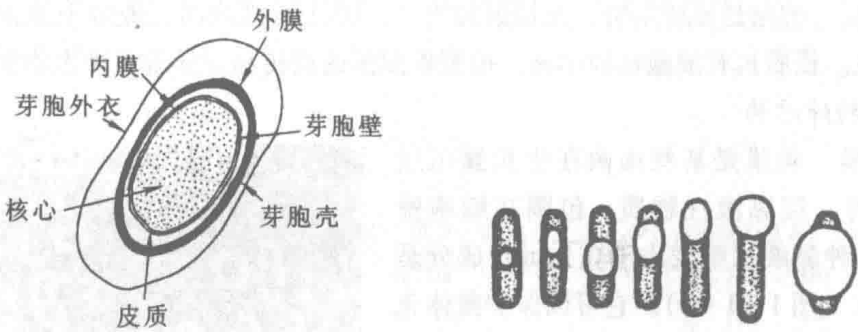


图1-1-9 细菌芽胞结构图

芽胞不能繁殖，只有在适宜条件下，一个芽胞发育成一个细菌，此时的细菌才是繁殖体。芽胞对高温、干燥、化学消毒剂及辐射等有很强的抵抗力，因此医疗器械、敷料、培养基等的灭菌以杀灭芽胞为指标。

三、细菌形态检查法

(一) 不染色标本检查法

细菌不染色标本检查法适用于观察细菌的动力、形态大小和繁殖方式等。常用的方法有以下几种。

1. 压滴法 取菌液一滴，置于载玻片上，然后在菌液上压上一张盖玻片，即可进行镜检。这是观察细菌动力的一种简便方法。



2. 悬滴法 取盖玻片一张,在四周涂凡士林少许,在盖玻片中央滴一滴菌液,再取凹玻片一张,使凹窝对准盖玻片中心有菌液处,复于其上粘住盖片后再反转过来,此时菌液悬于凹窝中,即可进行镜检。

3. 暗视野镜检法 由于细菌微小呈半透明,在普通显微镜下不易看清楚,若使显微镜视野变暗、菌体发亮,则容易观察。

(二) 染色标本检查法

1. 单染色法 只用一种染料,通常用美兰或复红对细菌进行染色。

2. 复染色法

(1) 革兰染色法 是细菌分类和鉴定的重要方法。该染色法是1884年丹麦医师Gram创立的,是最常用、最重要的经典染色方法。标本固定后,先用结晶紫初染,再加碘液媒染,此时不同细菌均被染成深紫色;然后用95%乙醇处理,有些细菌被脱色,有些不能;最后用稀释复红复染。此法可将细菌分成两大类:不被乙醇脱色仍保留紫色者为革兰阳性菌,用 G^+ 表示;被乙醇脱色后复染成红色者为革兰阴性菌,用 G^- 表示。

革兰染色法具有重要的医学意义如下。①鉴别细菌,革兰染色法将所有细菌分为革兰阳性菌和革兰阴性菌两大类,有助于缩小鉴定细菌的范围。②选择用药,革兰阳性菌和革兰阴性菌对抗生素和化学疗剂的敏感性不同,大多数革兰阳性菌对青霉素、红霉素、头孢菌素、龙胆紫等敏感,而大多数革兰阴性菌对链霉素、庆大霉素、卡那霉素等敏感。临床上可根据病原菌的革兰染色性,选择有效的药物治疗。③与致病性有关,大多数革兰阳性菌主要以外毒素致病,大多数革兰阴性菌则主要以内毒素致病,两者的致病机制和临床表现均不相同。

(2) 抗酸染色法是检查抗酸杆菌(如结核分枝杆菌、麻风分枝杆菌等)的一种特殊染色法。染色方法是先用石炭酸复红加温初染,再用盐酸酒精脱色,最后用美蓝液复染。抗酸细菌被染成红色,非抗酸细菌则染成蓝色。

3. 特殊染色法 细菌的特殊结构如荚膜、鞭毛、芽胞等,用以上染色法不易着色,必须用特殊染色法才能着色。如荚膜染色法、鞭毛染色法、芽胞染色法、异染颗粒染色法,镀银染色法等,这些染色法可使细菌的特殊结构着色并与菌体染成不同的颜色,有利于细菌的观察与鉴别。

第二节 细菌的生理

细菌与其他生物一样都具有独立的生命活动过程。细菌生理是研究细菌的营养、代谢、生长繁殖与生命活动的规律。细菌生理活动包括摄取和合成营养物质,进行新陈代谢及生长繁殖。通过研究细菌的生理活动,可了解细菌的代谢与致病的关系,对细菌性疾病的诊断和防治具有重要意义。



一、细菌的理化性状

(一) 细菌的化学组成

细菌的化学组成与其他生物细胞一样，都含有水、无机盐、蛋白质、糖类、脂质和核酸等物质。同时还含有一些原核细胞型微生物所特有的化学成分，如肽聚糖、胞壁酸、磷壁酸、D型氨基酸、二氨基庚二酸（DAP）、吡啶二羧酸（DAP）和脂多糖（LPS）等。

(二) 细菌的物理性状

1. 光学性质 细菌是一种半透明的生物体。大部分病原性细菌在液体培养基中生长时，当光线照射到菌体，由于部分光线被吸收，部分被折射，所以用肉眼观察细菌的液体培养物为混浊。菌数越多其混浊度越大，常用比浊法或分光光度计测定法来粗略地估计细菌的数量。

2. 表面积 细菌的体积微小，其相对表面积大，有利其与外界进行物质交换，这正是细菌代谢旺盛，繁殖迅速的重要原因。有研究表明，葡萄球菌直径约为 $1\mu\text{m}$ ，则 1cm^3 体积的表面积可达 $60\ 000\text{cm}^2$ 。

3. 带电现象 细菌的固有成分50%~80%是蛋白质。蛋白质是由若干的兼性离子（带正电荷的 NH_3^+ 和带负电荷的 COO^- ）氨基酸分子所组成的。革兰阳性菌（ G^+ ）等电点（pI）为2~3，而革兰阴性菌（ G^- ）等电点（pI）为4~5，故在近中性或弱碱性环境中，细菌均带负电荷，尤以 G^+ 菌所带电荷更多。因此，细菌的染色性、凝集反应、抑菌和杀菌作用等都与细菌的这种特性密切相关。

4. 渗透压 细菌体内含有高浓度的营养物质和无机盐类，渗透压高。一般 G^+ 菌的渗透压高达20~25个大气压， G^- 菌为5~6个大气压。因此，在对细菌进行培养或采集送检标本时，应充分考虑细菌的这种特性。通常情况下，细菌所处的环境相对低渗，因其有坚韧的细胞壁保护而不致崩裂。

5. 半透性 细菌的细胞壁和细胞膜与许多生物膜一样，都具有半透性，其功能是允许水及部分小分子物质通过，这有利于细菌吸收营养物质和排出代谢产物。

二、细菌的生长繁殖与人工培养

细菌的生长繁殖也如其他生物体一样，需要水、碳源、氮源、无机盐等合适的营养物质，某些细菌生长时还需要一些自身不能合成的物质，即生长因子。而且不同营养类型的细菌需要的生长繁殖条件有所不同，而且其生长繁殖遵循一定的繁殖规律。

(一) 细菌的生长繁殖

细菌的生长繁殖分别体现在个体和群体两方面。

1. 细菌个体的生长繁殖 细菌以二分裂方式进行无性繁殖。多数细菌20~30min分裂一次，而有的细菌如结核分枝杆菌约18~20h才分裂一次。细菌的生长繁殖与其种类、环境条件有密切的关系。

2. 细菌群体的生长繁殖 细菌繁殖速度极快，若一个细菌按20min分裂一次计算，12h后，一个细菌将繁殖达 1×10^9 个细菌。然而，在实际培养细菌的环境中其营养物质是有限的，随着细菌不断地繁殖，其所处的环境中毒性代谢产物也越来越多，生长环境



的酸碱度也在改变。因此，细菌不可能无限高速地繁殖下去，其生长过程具有规律性。以培养时间为横坐标，以活菌数量对数为纵坐标，可得出一条反映细菌增殖规律的曲线，称为生长曲线。曲线显示了细菌群体生长繁殖的4个时期（图1-1-10）。

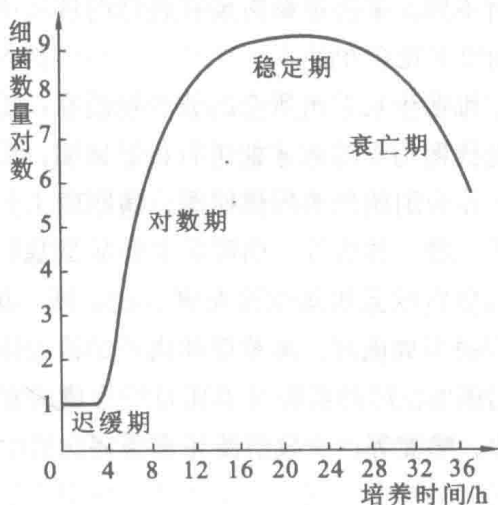


图1-1-10 细菌的生长曲线

(1) 迟缓期 是指当细菌被接种到新的生长繁殖环境后的一个适应性阶段。这个时期一般为1~4h。此期新接种的细菌合成新的菌体成分，菌体逐渐增大，代谢活跃，但菌体不分裂。

(2) 对数期 细菌以恒定速度进行分裂繁殖，活菌数呈几何级数增加，活菌数的对数直线上升达到顶峰。一般而言，此期细菌的大小形态、染色性、生理活性等都较典型，对抗生素及理化因素的作用也较为敏感，致病力最强。此期通常是在培养的6~18h。

(3) 稳定期 由于培养基中营养物质的消耗、细菌代谢产物蓄积等原因，使培养环境的pH值下降，导致细菌生长繁殖速度下降，死亡的细菌数逐步上升。此时，新繁殖的活菌数与死菌数大致趋于平衡，该期细菌的形态及其生理性状常发生变异。如 G^+ 菌此时可被染成 G^- 菌，外毒素、抗生素等代谢产物及细菌的芽胞大多在此时产生。

(4) 衰亡期 此期细菌繁殖速度减慢甚至停止，大量细菌死亡，死菌数超过活菌数。此期细菌形态显著改变，菌体变长、肿胀或扭曲，常出现菌体畸形等多形态性，还有些菌体会自溶，染色不典型，难以进行鉴定。

(二) 细菌的人工培养

1. 培养基 将细菌等微生物生长繁殖所需要的营养物质按一定比例混合，调节pH值后灭菌而成的营养物质制品，称为培养基。它们能提供给细菌生长繁殖所需的营养，在合适的生长条件下，使细菌迅速良好地生长繁殖。

培养基种类很多，一般按其性状及用途进行分类。按其性状分为液体培养基、半固