



高等医学院校改革教材

供高职高专护理、助产、检验及相关医学类专业使用

病原生物与免疫

BINGYUAN SHENGWU
YU MIANYI

主 编 柯海萍



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

高等医学院校改革教材

供高职高专护理、助产、检验及相关医学类专业使用

病原生物与免疫

BINGYUANSHENGWU YU MIANYI

主 编 柯海萍

副主编 陈新江 张士化

编 者 (以姓氏笔画为序)

卢 金 宁波卫生职业技术学院

冯伟云 宁波市第二人民医院

寿佩勤 宁波卫生职业技术学院

岑叶平 宁波卫生职业技术学院

张士化 宁波卫生职业技术学院

陈 菁 宁波卫生职业技术学院

陈新江 宁波卫生职业技术学院

金玉梅 宁波市妇女儿童医院

柯海萍 宁波卫生职业技术学院

费红军 宁波卫生职业技术学院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

病原生物与免疫/柯海萍主编. —北京:人民军医出版社, 2013.9

高等医学院校改革教材

ISBN 978-7-5091-6832-5

I. ①病… II. ①柯… III. ①病原微生物—高等学校—教材②免疫学—高等学校—教材
IV. ①R37②R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 192671 号

策划编辑:徐卓立 文字编辑:于明军 责任审读:周晓洲

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8743

网址:www.pmmp.com.cn

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:11.5 字数:271 千字

版、印次:2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—3050

定价:29.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内 容 提 要

新版《病原生物与免疫》教材根据几年来教学实践的反馈意见,对原教材的模式和内容做了全面的调整,特别突出了编排的整体性。全书以感染途径为主线,把细菌、病毒、真菌、寄生虫等内容有机整合在一起,将教学内容分为病原生物、免疫基础及实践项目三篇。理论部分主要阐述病原生物的生物学特性、致病性、防治原则及免疫基础知识、免疫病理、免疫防治等内容。实践部分以项目形式把部分理论教学内容引入实验室,强化了有菌观念与无菌操作理念,突出知识的实用性,更利于培养学生分析问题和运用知识解决问题的能力。本书可供高职、高专护理及相关医学专业使用。

前言

《病原生物与免疫》是我校护理及相关医学专业的必修基础课程。近年来,教学组一直重视课程的教学改革和研究工作。大家以工作任务和职业能力分析为依据,结合执业考试及可持续发展的要求,不断对教学内容进行优化、取舍,调整教学重点,在实践中不断提高教师的学术水平和教学效果,在此基础上编写出这本新教材。

新教材有机组合了基础知识和实践训练,将教学内容分为三大篇,教材的主要特点体现在以下几个方面。

1. 第一篇“病原生物” 内容编排根据临床工作过程和循序渐进的认知规律展开,取消了真菌、寄生虫等独立章节,以感染途径紧密整合细菌、病毒、真菌、寄生虫等内容。
2. 第二篇“免疫基础” 将抗感染免疫内容融入到相关章节中,体现了免疫与疾病的整体关系,并把抗原、免疫球蛋白、补体系统等内容整合为独立章节——“免疫物质”。
3. 第三篇“实践项目” 以项目形式编写,注意与理论学习指导紧密结合,突出了“理实”一体的职业教育理念。
4. 教材的体例除了“学习要点”“复习思考题”外,还有丰富的“案例分析”“相关链接”和“图片”等,突出了应用型知识的学习,增加教材的启发性和可读性。
5. 继续继承发扬教材编写的创新性、科学性、先进性、简明性等的“三基”“五性”原则。

编写成员长期从事基础医学教学和临床一线工作,教学和临床经验积累丰富,熟悉护理等相关专业所必需的知识体系和技能结构,在教材编写中较好地把握住了专业需求与职业教育的特点,整个教材凝聚着多年来课程改革与研究的经验与体会。在此,特别感谢施培铨等老教师,他们以往的努力为本教材的出版提供了坚实的基础。限于学术水平和编写能力,书中的不足之处,恳请广大师生在使用过程中及时批评指正。

主 编

2013年6月

目 录

绪论.....	(1)	二、免疫基础	(2)
一、病原生物	(1)		

第一篇 病原生物

第1章 病原生物概述.....	(7)	一、埃希菌属.....	(47)
第一节 细菌.....	(7)	二、志贺菌属.....	(48)
一、细菌的生物学特性	(7)	三、沙门菌属.....	(49)
二、细菌的致病性与感染.....	(19)	四、霍乱弧菌.....	(51)
第二节 病毒	(25)	五、幽门螺杆菌.....	(52)
一、病毒的生物学特性.....	(25)	六、食物中毒病原菌.....	(52)
二、病毒的致病性与感染.....	(27)	第二节 消化道感染的病毒	(53)
第三节 其他病原生物	(30)	一、脊髓灰质炎病毒.....	(53)
一、真菌概述.....	(30)	二、柯萨奇病毒与艾柯病毒.....	(54)
二、寄生虫概述.....	(32)	三、轮状病毒.....	(54)
第2章 呼吸道感染的病原生物	(35)	四、甲型肝炎病毒.....	(55)
第一节 呼吸道感染的病原菌	(35)	五、戊型肝炎病毒.....	(56)
一、结核分枝杆菌.....	(35)	第三节 消化道感染的寄生虫	(56)
附：麻风分枝杆菌.....	(38)	一、似蚓蛔线虫.....	(56)
二、白喉棒状杆菌.....	(39)	二、蠕形住肠线虫.....	(58)
三、脑膜炎奈瑟菌.....	(40)	三、毛首鞭形线虫.....	(59)
四、肺炎链球菌.....	(41)	四、链状带绦虫.....	(59)
第二节 呼吸道感染的病毒	(42)	五、肥胖带吻绦虫.....	(60)
一、流行性感冒病毒.....	(42)	六、布氏姜片虫.....	(61)
二、麻疹病毒.....	(44)	七、卫氏并殖吸虫.....	(62)
三、风疹病毒.....	(45)	八、华支睾吸虫.....	(63)
四、冠状病毒和 SARS 冠状病毒	(45)	九、溶组织内阿米巴.....	(64)
附：其他呼吸道病原生物.....	(45)	十、刚地弓形虫.....	(65)
第3章 消化道感染的病原生物	(47)	附：其他消化道感染的病原生物	(65)
第一节 消化道感染的病原菌	(47)		

第4章 皮肤创伤感染的病原生物 ..	(66)
第一节 创伤感染的病原菌	(66)
一、葡萄球菌	(66)
二、链球菌	(68)
三、铜绿假单胞菌	(70)
四、破伤风梭菌	(70)
五、产气荚膜梭菌	(71)
六、无芽胞厌氧菌	(73)
第二节 创伤感染的病毒	(74)
一、狂犬病病毒	(74)
二、流行性乙型脑炎病毒	(75)
第三节 皮肤黏膜感染的真菌	(76)
一、表面感染真菌	(76)
二、皮肤癣真菌	(76)
三、着色真菌和孢子丝真菌	(77)
四、假丝酵母菌(条件致病菌)	(77)
第四节 皮肤黏膜感染的寄生虫 ..	(78)

一、日本血吸虫	(78)
二、疟原虫	(79)
三、丝虫	(80)

附:其他皮肤创伤感染的病原

生物	(82)
----------	------

第5章 性传播病原体	(83)
-------------------------	------

一、淋病奈瑟菌	(83)
二、梅毒螺旋体	(84)
三、沙眼衣原体	(85)
四、溶脲脲原体	(86)
五、阴道毛滴虫	(86)
六、性传播的病毒	(87)

第6章 多途径传播病原生物	(88)
----------------------------	------

一、结核分枝杆菌(见第2章)	(88)
二、人类免疫缺陷病毒	(88)
三、乙型肝炎病毒	(90)
四、疱疹病毒及其他病原菌	(93)

第二篇 免疫基础

第7章 免疫系统	(99)
-----------------------	------

第一节 免疫器官	(100)
-----------------------	-------

一、中枢免疫器官	(100)
二、外周免疫器官	(100)

第二节 免疫细胞	(101)
-----------------------	-------

一、T淋巴细胞和B淋巴细胞	(102)
二、自然杀伤细胞	(104)
三、抗原提呈细胞	(104)
四、其他免疫细胞	(104)

第8章 免疫物质	(106)
-----------------------	-------

第一节 抗原	(106)
---------------------	-------

一、概念与特性	(106)
二、构成抗原的条件	(107)
三、抗原的特异性和交叉反应 ..	(108)
四、抗原的种类及其医学意义 ..	(108)

第二节 免疫球蛋白	(111)
------------------------	-------

一、抗体与免疫球蛋白的概念 ..	(111)
二、免疫球蛋白的结构	(111)
三、免疫球蛋白的生物学功能 ..	(113)

四、各类免疫球蛋白的特性和作用	(114)
-----------------------	-------

五、人工制备抗体	(115)
----------------	-------

第三节 补体系统	(116)
-----------------------	-------

一、概述	(116)
二、补体系统的激活	(117)
三、补体的生物学作用	(121)

第四节 细胞因子	(121)
-----------------------	-------

一、概述	(121)
二、主要的细胞因子	(122)
三、细胞因子的生物学活性	(123)
四、细胞因子及其受体相关的生物制品	(124)

第五节 主要组织相容性复合体 ..	(125)
--------------------------	-------

一、概述	(125)
二、HLA复合体的基因结构和遗传特征	(126)
三、HLA分子的分布、结构和功能	(127)

四、HLA 与医学	(128)	一、发生机制	(138)
第 9 章 免疫应答	(130)	二、临床常见疾病	(139)
第一节 概述	(130)	三、I 型超敏反应的防治原则	(140)
一、免疫应答的概念	(130)	第二节 II 型超敏反应	(141)
二、免疫应答的类型	(130)	一、发生机制	(141)
三、免疫应答的场所	(130)	二、临床常见疾病	(142)
四、免疫应答的基本过程	(131)	第三节 III 型超敏反应	(143)
五、抗原提呈	(131)	一、发生机制	(143)
第二节 B 细胞介导的体液免疫		二、临床常见疾病	(144)
应答	(131)	第四节 IV 型超敏反应	(145)
一、B 细胞对 TD 抗原的免疫		一、发生机制	(145)
应答	(132)	二、临床常见疾病	(146)
二、体液免疫应答的一般规律	(134)	第 11 章 免疫应用	(147)
第三节 T 细胞介导的细胞免疫		第一节 免疫防治	(147)
应答	(134)	一、人工主动免疫	(148)
一、抗原的提呈和识别阶段	(135)	二、人工被动免疫	(149)
二、活化、增殖和分化阶段	(135)	三、计划免疫	(149)
三、效应阶段	(136)	四、免疫治疗	(150)
四、细胞免疫应答的生物学效应		第二节 免疫诊断	(151)
.....	(136)	一、抗原或抗体的检测	(151)
第 10 章 超敏反应	(138)	二、免疫细胞及其功能检测	(153)
第一节 I 型超敏反应	(138)		

第三篇 实践项目

实践项目一 微生物的分布测定	(157)	实践项目四 外界因素对细菌生长繁殖的影响	(162)
实践项目二 细菌的形态与结构检查		实践项目五 病原生物检查	(166)
.....	(158)	实践项目六 免疫实验	(169)
实践项目三 细菌的生长繁殖与代谢			
产物检查	(160)		



绪 论

一、病原生物

病原生物包括病原微生物与人体寄生虫。

(一)病原微生物

微生物(microorganism)是一群存在于自然界中的个体微小、结构简单、肉眼直接看不到,必须借助显微镜放大数百倍甚至数万倍才能看到的微小生物的总称。微生物的种类繁多,广泛存在于自然界,其中绝大多数微生物对人和动植物是有益的;只有少数能使人类、动植物发生疾病,称为病原微生物;还有一些在特定条件下可导致疾病的微生物,属于条件致病性微生物。微生物按其结构与组成不同分为以下三大类。

1. 非细胞型微生物 是最小的一类微生物,能通过滤菌器,无典型的细胞结构,需要在活细胞内增殖,如病毒、亚病毒属于此类。

2. 原核细胞型微生物 其细胞核无核膜与核仁,缺乏完整的细胞器,主要以二分裂法繁殖。这类微生物种类较多,包括:①细菌,单细胞型,具有细胞壁和原始的核质,对抗生素敏感;②支原体,缺乏细胞壁,具有高度多态性,可通过滤菌器,并能在无生命培养基上生长;③衣原体,严格细胞内寄生、有独特的发育周期(原体和始体),能通过滤菌器;④立克次体,介于细菌和病毒之间,有明显的多形态性,专性细胞内寄生;⑤螺旋体,介于细菌和原虫之间,有细菌壁和核质,菌体借助轴丝而运动;⑥放线菌,无典型细胞核,含胞壁酸,呈分支状生长。

3. 真核细胞型微生物 细胞核分化程度高,有核膜、核仁和染色体,细胞质内具有完整的细胞器,如真菌。

(二)人体寄生虫

寄生虫(parasite)是指营寄生生活的多细胞无脊椎动物和单细胞原生生物,其中一部分寄居于人体并对机体造成损害的称为人体寄生虫,主要包括医学原虫、医学蠕虫和医学节肢动物。

(三)微生物分布与人类关系

在自然环境中广泛生存着各种微生物,人自出生 1~2h 后即可从其体内分离出细菌。胎儿在出生过程中,经过产道时,皮肤就开始沾染上了细菌。出生后开始呼吸、吞咽、咀嚼,外界的细菌也就随着进入上呼吸道和肠道,所以在人的皮肤、口腔、鼻咽部、肠道、尿道、生殖道等处,都集居着多种细菌,这是在生物进化过程中形成的,一般是无害的。

在成年人,凡与外界接触或相通的部位皆有微生物和寄生虫的存在,形成了人体的微生态环境。通常把这些在人体各部位经常寄居而对人体无害的微生物称之为正常菌群(normal flora of bacteria)。正常菌群大部分是长期居留于人体的,又称为常住菌,也有少数微生物是暂时寄居的,称为过路菌。其生理作用包括:①拮抗作用,正常菌群,特别是占绝对优势的厌氧菌对来自人体以外的致病菌有明显的生物拮抗作用,阻止其在机体内定植,从而构成一道生物屏障。②免疫作用,机体的抗感染免疫力与其接受内环境定居的正常菌群抗原的刺激有密切关系。正常菌群作为一种抗原刺激,使宿主产生免疫,从而限制了它们本身的危害性。乳酸杆菌和双歧杆菌对胃肠道黏膜抗感染免疫作用的激活具有重要意义。③营养作用,正常菌群参与人体的物质代谢、营养转化与合成,除参与蛋白质、糖类、脂肪代谢及合成维生素(如维生素B、生物素、叶酸、吡哆醇及维生素K等)外,还参与胆汁代谢、胆固醇代谢及激素转化等过程。④抗衰老与抑癌作用,肠道正常菌群中的双歧杆菌具有抗衰老作用,且双歧杆菌和乳酸杆菌有抑制肿瘤发生的作用,它们的抑癌作用机制可能与其能降解亚硝酸铵,并能激活巨噬细胞、提高其吞噬能力有关。

正常菌群在一定的条件下与人的平衡关系被打破而引起疾病,称条件致病菌。常见的原因有:①菌群失调,如大剂量使用广谱抗生素或长期服用抗生素,使机体某个部位正常菌群中各菌种间的比例发生较大幅度变化,超出正常范围的状态,由此导致一系列临床症状,称为菌群失调;②居住部位的改变,如正常菌群进入泌尿道、腹腔、血流等;③机体局部或全身免疫功能下降;如使用大量的皮质激素、抗肿瘤药物、放疗等,均使机体免疫力降低,而导致条件致病。

二、免疫基础

(一)免疫与免疫功能

免疫学起源于抗感染的研究。在与疾病作斗争的过程中人们发现,当机体所患的某种传染病痊愈后,既对该传染病有了不同程度的抵抗力,如患过天花并已康复的人不会再患天花。因此长期以来人们认为免疫(immune)就是机体对抗病原微生物感染的能力。随着免疫学理论和实验技术的进展,发现许多免疫现象与微生物感染无关,认识到机体还可以对除了病原微生物以外的“非己”物质加以识别和排斥。从而明确,现代免疫的概念是指机体识别和排除抗原性异物以维护自身生理平衡与稳定的功能。

免疫功能主要表现在以下三个方面:①免疫防御,指免疫系统在正常情况下抵御病原生物入侵的能力,如果免疫防御能力过高时引起超敏反应,过低或缺失时引起免疫缺陷病;②自身稳定,指免疫系统对自身成分的耐受,对体内损伤和衰老的细胞进行清除,维持机体生理平衡的能力,异常时可引起自身免疫病;③免疫监视,指免疫系统具有识别、清除体内突变细胞的作用,异常时可导致肿瘤的发生(表 0-1)。

表 0-1 免疫系统的功能

功 能	生理性表现	病理性表现
免疫防御	防御病原生物侵害	超敏反应、免疫缺陷
自身稳定	清除损伤或突变细胞	自身免疫病
免疫监视	清除复制错误/突变细胞	肿瘤、持续感染

(二)免疫应答类型

机体免疫系统执行免疫功能的过程称为免疫应答(immune response)。根据免疫应答发生的时期、作用机制及特点的不同,将免疫应答分为固有性免疫应答和适应性免疫应答。

固有性免疫应答,又称先天性免疫应答或非特异性免疫应答,是机体在种系发育进化过程中逐渐建立起来的一系列天然防御功能。其特点是生来就有,且能遗传给后代,作用无特异性,有明显的个体差异,作用迅速,但较弱,无记忆性。

适应性免疫应答,又称获得性免疫应答或特异性免疫应答,是机体接受抗原(病原微生物等)刺激后产生的,只对相应抗原起作用,使之从体内清除的防御功能。其特点是后天获得、不能遗传;作用有特异性,无明显的个体差异;作用强,但产生需要一定时间,有记忆性。

【复习思考题】

1. 名词解释 正常菌群 免疫
2. 问答题
 - (1)简述正常菌群的生理作用。
 - (2)举例说明免疫的功能。

第一篇

病原生物

病原生物概述

【学习要点】

细菌的基本结构和特殊结构及其医学上的意义、细菌代谢产物及其医学上的意义；消毒、灭菌、无菌、防腐的概念、常见的消毒灭菌法及其应用范围；细菌的致病条件与全身感染的类型；内外毒素的主要区别；预防与控制院内感染的措施；病毒形态、结构、化学组成、增殖方式和感染类型；真菌的致病性和防治方法；寄生虫对人体的危害及寄生虫病的防治原则。

第一节 细 菌

相关链接

细菌的发现

最早观察到微生物的是荷兰人列文虎克(Leewenhoek, 1632—1723), 他用自制的原始显微镜(放大约 266 倍)观察了污水、牙垢和粪便等标本, 发现其中有许多肉眼看不见的微小生物, 并正确描述了这些微生物的形态。牛奶、葡萄酒、啤酒和许多食品放置久会变质, 很长时间以来, 没有人知道其中的原因, 化学家、生物学家巴斯德通过精心的研究, 揭示出原来是微生物——细菌在作怪。



一、细菌的生物学特性

(一) 细菌的大小与形态

细菌个体微小, 要在光学显微镜下才能看见。测定细菌大小的单位通常是微米(micrometer, μm), 即 10^{-6} m 。细菌种类不同, 其大小有一定的差别, 球菌直径常为 $0.5\sim 2.0\ \mu\text{m}$; 中等大小的杆菌长 $2.0\sim 3.0\ \mu\text{m}$, 宽 $0.3\sim 0.5\ \mu\text{m}$; 螺旋状菌以其两端的直线距离作长度, 一般在 $2\sim 6\ \mu\text{m}$, 宽 $0.2\sim 0.4\ \mu\text{m}$ 。细菌的大小因菌种不同而异, 即使是同一种细菌的大小, 也受菌龄、生长的环境条件等因素影响。

细菌的种类较多,但其外形比较简单,仅有球状、杆状和螺旋状三种基本类型(图 1-1)。据此可将细菌分为球菌、杆菌和螺旋菌 3 大类。



图 1-1 细菌基本形态

1. 球菌 多数球菌菌体呈圆球形,也有的呈椭圆形、半月形、矛头形、肾形和扁豆形等。按其分裂方向及分裂后的排列情况,可将球菌分为双球菌、链球菌、葡萄球菌、四联球菌和八叠球菌等。

(1)双球菌:沿一个平面分裂,分裂后两两相连,其接触面有时呈扁平或凹入,菌体可呈肾状、扁豆状、矛头状或半月状。如肺炎链球菌。

(2)链球菌:沿一个平面连续分裂,分裂后三个以上菌体连成短链或长链。如溶血性链球菌。

(3)葡萄球菌:沿多个不规则的平面分裂,分裂后多个菌体堆积在一起,似葡萄串状。如金黄色葡萄球菌。

(4)四联球菌:先后沿两个互相垂直的平面分裂,分裂后四个菌体联在一起呈“田”字形。如丁酸四联球菌。

(5)八叠球菌:先后沿三个互相垂直的平面分裂,分裂后八个菌体叠在一起呈捆扎的包裹状。如黄色八叠球菌。

2. 杆菌 杆菌一般呈正杆状或近似杆状。菌体多数平直,亦有稍弯曲者,两端多为钝圆,少数是平截或尖锐状。多数杆菌单独散在,称为单杆菌;有些杆菌两两相连成对存在,或者两个以上连成链状排列,前者称为双杆菌,后者称为链杆菌。

3. 螺旋菌 也称螺形菌。菌体呈弯曲或螺旋状的圆柱形,两端圆或尖突。根据螺旋数又可分为弧菌和螺菌两种,前者菌体只有一个弯曲,呈弧形或逗点状,后者菌体较长,有两个以上的弯曲,捻转呈螺旋状。

(二)细菌的结构

细菌虽为原核单细胞生物,仍有一定的细胞结构。细胞壁、细胞膜、细胞质、核质等为所有细菌具有,称基本结构;荚膜、鞭毛、菌毛、芽胞等为某些细菌特有,称特殊结构(图 1-2)。

1. 细菌的基本结构

(1)细胞壁:是位于细菌细胞的外层,紧贴在细胞膜外的一层无色透明、坚韧而具有一定弹性的结构。用革兰染色法染色,可以把细菌分为革兰阳性菌和革兰阴性菌两大类,它们的细胞壁结构和成分有区别。

①肽聚糖:又称黏肽,是细菌细胞壁所特有的物质。其结构由聚糖骨架、四肽侧链和五肽

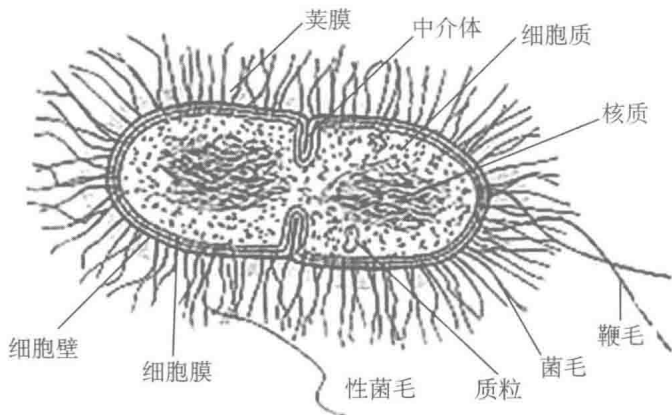


图 1-2 细菌结构示意图

交联桥三部分组成,但革兰阳性菌和革兰阴性菌在四肽侧链与交联桥的组成及连接方式上有所不同。

②磷壁酸:是由核糖醇或甘油残基经磷酸二酯键相互连接而成的多聚物,磷壁酸分子组成长链,穿插于肽聚糖层中,可分为两类,其一与肽聚糖分子间共价结合的为壁磷壁酸,另一跨越肽聚糖层并与细胞膜相交联的为膜磷壁酸,又叫脂磷壁酸。二者均伸到肽聚糖的表面,构成表面抗原。

③外膜:由脂多糖、脂质双层和脂蛋白等复合构成。脂蛋白位于肽聚糖层和脂质双层之间,与聚糖侧链相连,使外膜和肽聚糖构成一个整体。脂质双层类似于细胞膜,其上镶嵌有多种蛋白质,称为外膜蛋白,与细菌的物质交换有关。最外层为脂多糖(LPS),即细菌的内毒素,为革兰阴性细菌所特有,由类脂 A,核心多糖和特异多糖三部分组成。其中类脂 A 是一种磷脂,是内毒素的主要毒性成分,各种革兰阴性菌的类脂 A 结构相似。

革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁结构显著不同,导致这两类细菌在染色性、抗原性、致病性及对药物的敏感性等方面有很大差异。如革兰阳性菌一般对溶菌酶和青霉素敏感,原因是溶菌酶能水解肽聚糖链骨架中的 β -1,4 糖苷键,所以能裂解肽聚糖;青霉素能干扰五肽交联桥与四肽侧链的连接,干扰细胞壁合成,导致细菌裂解;而革兰阴性菌细胞壁中肽聚糖含量少,又有外膜保护,故对溶菌酶和青霉素不敏感(表 1-1)。

表 1-1 革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁结构比较

细胞壁	革兰阳性菌	革兰阴性菌
机械强度	高	差
厚度	20~80nm	10~15nm
肽聚糖层数	可达 50 层	仅 1~2 层
肽聚糖含量	占胞壁干重 50%~80%	占胞壁干重 10%
磷壁酸	有	无
外膜	无	有